

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-004566

(43)Date of publication of application : 08.01.2004

(51)Int.Cl.

G02B 13/00
G02B 13/18
H04N 5/225

(21)Application number : 2003-042787

(71)Applicant : KONICA MINOLTA HOLDINGS INC

(22)Date of filing : 20.02.2003

(72)Inventor : YAMAGUCHI SUSUMU
SATO HIROSHI

(30)Priority

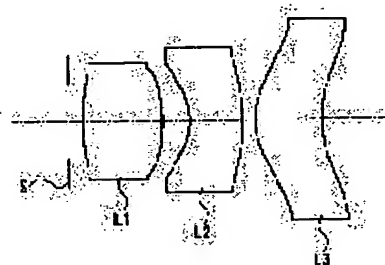
Priority number : 2002083880 Priority date : 25.03.2002 Priority country : JP

(54) IMAGING LENS AND IMAGING APPARATUS EQUIPPED WITH SAME, IMAGING UNIT AND MOBILE TERMINAL EQUIPPED WITH SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide imaging lenses which are smaller than that in the conventional practice and which satisfactorily compensate various aberrations.

SOLUTION: The imaging lenses are so constituted that an aperture diaphragm S, a biconvex first lens L1 with a positive refractive power, a second lens L2 with its concave surface facing to the object side and with a negative refractive power, and a third meniscus lens L3 with its convex surface facing to the object side are arranged successively from the object side.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

The 2nd lens which has an aperture diaphragm, the 1st lens of both the convex configuration of having forward refractive power, and negative refractive power, sequentially from a body side, and turned the concave surface to said body side, the image pick-up lens characterized by having arranged the 3rd lens of the meniscus configuration where the convex was turned to said body side.

[Claim 2]

Said 3rd lens is an image pick-up lens according to claim 1 characterized by having forward refractive power.

[Claim 3]

Said 1st lens, the 2nd lens, and the 3rd lens are all an image pick-up lens according to claim 1 or 2 characterized by having the aspheric surface in one of fields at least.

[Claim 4]

The image pick-up lens according to claim 1, 2, or 3 characterized by filling the conditional expression of following (1) - (3) when the focal distance of f_3 and the image pick-up lens whole system is set [the distance on the optical axis from said aperture diaphragm to an image side focus / L and usual picture area diagonal line length / the focal distance of $2Y$ and said 1st lens] to f for the focal distance of f_1 and said 3rd lens.

$$L/2Y < 1.50 \quad (1)$$

$$0.50 < f_1/f < 0.95 \quad (2)$$

$$1.00 < f_3/f < 1.40 \quad (3)$$

[Claim 5]

The image pick-up lens according to claim 1, 2, 3, or 4 characterized by filling the following conditional expression of (4) when the focal distance of R_3 and the image pick-up lens whole system is set [the refractive index to d line of said 2nd lens] to f for

the radius of curvature of N2 and the body side face of said 2nd lens.

$$-0.60 < R3 / (N2 - 1) \cdot d < -0.20 \quad (4)$$

[Claim 6]

The image pick-up lens according to claim 1, 2, 3, 4, or 5 characterized by filling the following conditional expression of (5) when the Abbe number of nu 1 and said 2nd lens is set to nu 2 for the Abbe number of said 1st lens.

$$25 < \text{Nu1} \cdot \text{Nu2} \quad (5)$$

[Claim 7]

Said each of 1st, 2nd, and 3rd lens is an image pick-up lens according to claim 1, 2, 3, 4, 5, or 6 characterized by being formed from plastic material.

[Claim 8]

Said each of 1st, 2nd, and 3rd lens is an image pick-up lens according to claim 7 characterized by being formed from plastic material of 0.7% or less of saturation water absorption.

[Claim 9]

The image pick-up lens according to claim 7 or 8 characterized by having arranged the protection-from-light mask which regulates an ambient light bundle at one [at least] spacing of spacing of said 1st lens and 2nd lens, or spacing of the 2nd lens and the 3rd lens.

[Claim 10]

Said 1st lens consists of a glass ingredient,

Said each of 2nd and 3rd lens is an image pick-up lens according to claim 1, 2, 3, 4, 5, or 6 characterized by being formed from plastic material.

[Claim 11]

The image pick-up lens according to claim 10 characterized by filling the following conditional expression of (6) when the focal distance of f23 and the image pick-up lens whole system is set to f for the synthetic focal distance of said 2nd and 3rd lens.

$$f / |f23| < 0.4 \quad (6)$$

[Claim 12]

Said each of 2nd and 3rd lens is an image pick-up lens according to claim 10 or 11 characterized by being formed from plastic material of 0.7% or less of saturation water absorption.

[Claim 13]

The image pick-up lens according to claim 10, 11, or 12 characterized by having arranged the protection-from-light mask which regulates an ambient light bundle at one [at least] spacing of spacing of said 1st lens and 2nd lens, or spacing of the 2nd lens

and the 3rd lens.

[Claim 14]

The solid state image sensor which has the photo-electric-conversion section,
Image pick-up equipment characterized by having the image pick-up lens of 13 given in
any 1 term from claim 1 for carrying out image formation of the photographic subject
image to said photo-electric-conversion section of said solid state image sensor.

[Claim 15]

The solid state image sensor which has the photo-electric-conversion section,
The image pick-up lens of 13 given in any 1 term from claim 1 for carrying out image
formation of the photographic subject image to said photo-electric-conversion section of
said solid state image sensor,

The substrate which has the terminal for external connection which sends and receives
an electrical signal while holding said solid state image sensor,

The case which has opening for the optical incidence from a body side, and consists of a
protection-from-light member, and ** are the image pick-up units formed in one,

The image pick-up unit characterized by the height of said direction of an image pick-up
lens optical axis of said image pick-up unit being below 10 [mm].

[Claim 16]

The personal digital assistant characterized by having an image pick-up unit according
to claim 15.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates to image pick-up equipment, an image pick-up unit, and a
personal digital assistant equipped with an image pick-up lens and this suitable as
optical system of solid state image sensors, such as CCD mold image sensors and CMOS
mold image sensors.

[0002]

[Description of the Prior Art]

In recent years, a cellular phone and a personal computer equipped with image pick-up

equipment are spreading with high-performance-izing of the image pick-up equipment using solid state image sensors, such as CCD (Charged Coupled Device) mold image sensors or CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) mold image sensors, and a miniaturization.

And in connection with the miniaturization of these cellular phones or a personal computer, or the densification by the increment in a function, in order to attain the miniaturization of these image pick-up equipments, the demand to the further miniaturization to the image pick-up lens carried in the image pick-up equipment concerned is increasing.

[0003]

Since it says that high-performance-izing is possible compared with the image pick-up lens of one sheet or a two-sheet configuration as such a small image pick-up lens for image pick-up equipments, in recent years, the image pick-up lens of the three-sheet configuration which has arranged in order the 1st lens which has forward refractive power, the 2nd lens which has negative refractive power, and the 3rd lens which has forward refractive power is becoming general from a body side. The so-called triplet type of such an image pick-up lens is indicated by the patent reference 1.

[0004]

[Patent reference 1]

JP,2001-75006,A (Fig. 1)

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

However, although many aberration is the types amended good, securing a large field angle, the image pick-up lens of the type indicated by the patent reference 1 on the other hand, it was not fit for the miniaturization of an image pick-up lens overall length (the image pick-up lens whole system -- in the distance, however the image pick-up lens with which an aperture diaphragm is arranged most at a body side from the field by the side of a body to an image side focus, the distance from an aperture diaphragm to an image side focus is said most).

This invention aims at offering the image pick-up lens of the triplet type which amended many aberration good in view of such a trouble though it was conventionally smaller than the type.

[0006]

[Means for Solving the Problem]

Invention according to claim 1 had an aperture diaphragm, the 1st lens of both the convex configuration of having forward refractive power, and negative refractive power,

sequentially from the body side, and has taken the configuration of arranging the 2nd lens which turned the concave surface to the body side, and the 3rd lens of the meniscus configuration where the convex was turned to the body side.

[0007]

Since the above-mentioned configuration arranges the aperture diaphragm to the body side most, it can keep away an exit pupil location from the image surface. If an exit pupil becomes far from the image surface, the chief ray of the flux of light which injected the lens last side can carry out incidence now at the include angle perpendicularly near a solid state image sensor, namely, a tele cent rucksack property can be secured good, and the shading phenomenon in a screen periphery can be mitigated.

Moreover, the basic configuration of an above-mentioned image pick-up lens consists of the 1st forward lens, the 2nd negative lens, and the 3rd lens. Moreover, by arranging ahead the 1st lens of both the forward convex configuration where refractive power is comparatively large, and the 2nd negative lens, it considers as the configuration near a tele photograph type, and shortening of an image pick-up lens overall length is attained.

[0008]

Invention according to claim 2 has taken the configuration that the 3rd lens has forward refractive power while being equipped with the same configuration as invention according to claim 1. By this configuration, the 1st forward lens, the 2nd negative lens, and the 3rd forward lens will constitute a list and the so-called triplet type from a body side in order.

[0009]

Invention according to claim 3 has taken the configuration of each [the 1st lens, the 2nd lens, and the 3rd lens] and having the aspheric surface in one of fields at least while being equipped with the same configuration as invention according to claim 1 or 2.

[0010]

If it is in the above-mentioned configuration, when the aspheric surface is used for the 1st forward lens, amendment of spherical aberration and comatic aberration is performed by this, and when the aspheric surface is used for the 2nd negative lens, thereby, amendment of comatic aberration and astigmatism is performed. Moreover, since the 3rd forward lens is arranged in the location which approached the image surface most, it uses producing a difference for passage height with the axial Uemitsu line and a marginal ray, and it can amend many aberration of a screen periphery which is separated from an optical axis using the aspheric surface.

[0011]

While invention according to claim 4 is equipped with the same configuration as

invention according to claim 1, 2, or 3 When the focal distance of f_3 and the image pick-up lens whole system is set [the distance on the optical axis from an aperture diaphragm to an image side focus / L and usual picture area diagonal line length / the focal distance of $2Y$ and the 1st lens] to f for the focal distance of f_1 and the 3rd lens, the configuration of filling the conditional expression of following (1) - (3) is taken.

$$L/2Y < 1.50 \quad (1)$$

$$0.50 < f_1/f < 0.95 \quad (2)$$

$$1.00 < f_3/f < 1.40 \quad (3)$$

[0012]

The conditional expression (1) in the above-mentioned configuration is the conditions for specifying an image pick-up lens overall length, and attaining a miniaturization. An image pick-up lens overall length can be shortened, and an image pick-up lens outer diameter can also be made small in multiplication because it is less than the upper limit in a formula (1). In addition, although L used for count of conditional expression (1) is the distance from an aperture diaphragm to an image side focus, an image side focus means the image point when an optical axis and an parallel parallel ray carry out incidence to an image pick-up lens. Moreover, when the optical member of parallel monotonous configurations, such as a low pass filter, has been arranged from the image side face of the 3rd lens before an image side focus, the case where (1) type is filled after changing this to air scaled distance shall be included.

[0013]

Furthermore, conditional expression (2) specifies the refractive power of the 1st forward lens. By exceeding the lower limit in a formula (2), too much increase of the forward refractive power of the 1st lens is avoided, and it does not become extremely small radius of curvature. On the other hand, too much fall of the forward refractive power of the 1st lens is avoided, and it becomes advantageous to the miniaturization of an image pick-up lens overall length because it is less than a upper limit.

[0014]

Conditional expression (3) specifies the refractive power of the 3rd forward lens. By exceeding the lower limit in a formula (3), increase of a forward refractive-power excess of the 3rd lens is avoided, and forward refractive-power allocation with the 1st lens becomes suitable (in this invention, $f_1 < f_3$ are more desirable). On the other hand, too much fall of the forward refractive power of the 3rd lens is avoided because it is less than a upper limit.

[0015]

While invention according to claim 5 is equipped with the same configuration as

invention according to claim 1, 2, 3, or 4, when the focal distance of R3 and the image pick-up lens whole system is set [the refractive index to d line of the 2nd lens] to f for the radius of curvature of N2 and the body side face of the 2nd lens, it has taken the configuration of filling the following conditional expression of (4).

$$-0.60 < R3 / (-(N2-1) f) < -0.20 \quad (4)$$

[0016]

The conditional expression (4) in the above-mentioned configuration is the conditions for making amendment of a curvature of field easy and making the image surface flat by setting up appropriately the negative refractive power by the side of the body side of the 2nd lens (it is here). Since the focal distance of the 2nd lens body side face is calculated by $R3/(N2-1)$ using radius of curvature (R3) and the refractive power (N2) of the 2nd lens, conditional expression (4) is a formula showing the ratio of the focal distance by the side of the 2nd lens body side, and the focal distance of the image pick-up lens whole system.

By exceeding a minimum, the negative refractive power by the side of the 2nd lens body side does not become large beyond the need too much, generating of the coma flare of an axial outdoor daylight bundle can be suppressed, and good image quality is acquired. On the other hand, since the negative refractive power by the side of the 2nd lens body side is maintainable, the forward PETTSU bar sum decreases and amendment of a curvature of field becomes easy, because it is less than an upper limit. Furthermore, the spherical aberration and comatic aberration which are generated with the 1st forward lens can be amended good.

[0017]

While invention according to claim 6 was equipped with the same configuration as invention according to claim 1, 2, 3, 4, or 5, when the Abbe number of nu 1 and the 2nd lens is set to nu 2 for the Abbe number of the 1st lens,

$$25 < \text{Nu1} \cdot \text{Nu2} \quad (5)$$

A configuration called ***** is taken.

[0018]

The conditional expression (5) in the above-mentioned configuration is the conditions of chromatic aberration amendment with the 1st forward lens and the 2nd negative lens, is considering as a setup exceeding the lower limit, and performs amendment of axial overtone aberration and the chromatic aberration of magnification.

[0019]

While invention according to claim 7 is equipped with the same configuration as invention according to claim 1, 2, 3, 4, 5, or 6, the configuration that each of 1st, 2nd,

and 3rd lens is formed from plastic material is taken. Here, the case where acid resisting and coating processing aiming at the improvement in surface hardness are performed on the front face, having used plastic material as the base material to forming from plastic material shall be included. All the following publications are also made the same.

[0020]

On the occasion of production of the small image pick-up lens of radius of curvature or an outer diameter, as compared with glass, when the direction of plastics uses the manufacture approaches, such as injection molding, it is fit for mass production. Therefore, the plastic lens constitutes the 1st lens, the 2nd lens, and all the 3rd lens from the above-mentioned configuration.

Here, although adoption of a glass mold lens is also considered as a lens which can be manufactured comparatively easily even if it is a minor diameter lens, a plastic lens can say that it is fit for the mass production method which held down the manufacturing cost.

[0021]

Invention according to claim 8 has taken the configuration of forming each of 1st, 2nd, and 3rd lens from plastic material of 0.7% or less of saturation water absorption while being equipped with the same configuration as invention according to claim 7.

Compared with a glass lens, since saturation water absorption is large, if rapid humidity occurs, ununiformity distribution of a coefficient of water absorption will occur transitionally, a refractive index does not become homogeneity, but a plastic lens is in the inclination for the good image formation engine performance to no longer be obtained. Then, the dissolution of the performance degradation by humidity is aimed at by using plastics with little saturation water absorption used as the cause with the ingredient of a lens.

[0022]

Invention according to claim 9 has taken the configuration of arranging the protection from light mask which regulates an ambient light bundle at one [at least] spacing of spacing of the 1st lens and the 2nd lens, or spacing of the 2nd lens and the 3rd lens while being equipped with the same configuration as invention according to claim 7 or 8.

[0023]

Generally, a plastic lens is easy to consider as the configuration which has the flange which does not contribute to image formation in the periphery section. If light carries out incidence to this flange, since it will become the cause of a ghost or the flare, it is

good for one [at least] spacing of two lens spacing to arrange the protection-from-light mask which regulates an ambient light bundle. Only the flux of light required for image formation can be passed by this, and the incidence of the light to a flange can be suppressed to the minimum, and generating of a ghost and the flare can be suppressed as a result. In addition, with a protection-from-light mask here, what is formed by not being limited to the protection-from-light nature member which has opening for light transmission in the center section, for example, applying a protection-from-light coating to the flange of a lens shall be included. Moreover, if it is when using the above-mentioned protection-from-light member, about a whole configuration, it is not limited to a sheet-like member. All the following publications are also made the same.

[0024]

While invention according to claim 10 is equipped with the same configuration as invention according to claim 1, 2, 3, 4, 5, or 6, the 1st lens consisted of a glass ingredient and the configuration that each of 2nd and 3rd lens is formed from plastic material is taken.

[0025]

If the lens which constitutes an image pick-up lens is constituted from a plastic lens manufactured by injection molding, it is advantageous to the formation of small lightweight and low-cost-izing of an image pick-up lens. However, since the refractive-index change of plastic material at the time of a temperature change is large, if all lenses are constituted from a plastic lens, the fault of changing the image point location of the whole image pick-up lens with temperature is held.

Fluctuation of the image point location by such temperature change poses a problem especially in the image pick-up equipment (the so-called image pick-up equipment of a pan-focus method) which carries a solid state image sensor with many pixels, and does not have the automatic focus device with it. If it is a solid state image sensor with many pixels, a pixel pitch is small, and since the depth of focus proportional to a pixel pitch becomes narrow, the permission width of face of image point location fluctuation becomes narrow. Moreover, the image pick-up equipment of a pan-focus method is a method which doubles a focus with a dozens of cm photographic subject as a criteria distance from the first, and covers point-blank range by depth of field from the method of infinite distance. Therefore, since it is the image with which it ****ed out of the amount focus a little compared with the image quality of the photographic subject of criteria distance, if image point location fluctuation arises at the time of a temperature change, since the image quality of the method of infinite distance or point-blank range deteriorates extremely, the image quality of the photographic subject of the method of

infinite distance or point-blank range is not desirable.

[0026]

With the configuration of this invention, the 1st forward lens is formed with a glass ingredient, and the 2nd negative lens and the 3rd forward lens are formed with plastic material. By making the 1st large lens of comparatively forward refractive power into a glass lens, the refractive-index change at the time of the temperature change of the 1st lens can be disregarded, and it becomes the configuration which can suppress small the image point location fluctuation at the time of the temperature change in the image pick-up lens whole system.

Moreover, it is not necessary to expose the plastic lens which is easy to get damaged by making the 1st lens into a glass lens, and is a desirable configuration.

When adopting a glass mold lens as the 1st lens, it is necessary to set up highly the press temperature at the time of generally a glass transition point (Tg) performing a mold press with high glass, and easy to produce consumption in shaping metal mold here. Consequently, the turnover rate and the count of a maintenance of shaping metal mold will increase, and it will lead to a cost rise. Therefore, when adopting a glass mold lens, it is desirable for Tg to use the glass ingredient below 400 [°C].

[0027]

While invention according to claim 11 is equipped with the same configuration as invention according to claim 10, when the focal distance of f23 and the image pick-up lens whole system is set to f for the synthetic focal distance of the 2nd and 3rd lens, it has taken the configuration of filling the following conditional expression of (6).

$$f/|f23| < 0.4 \quad (6)$$

[0028]

Conditional expression (6) specifies the synthetic focal distance of the 2nd and 3rd lens formed from plastics. By enlarging a synthetic focal distance so that conditional expression may be filled, it becomes possible to make the contribution to image point location fluctuation of the plastic lens at the time of a temperature change offset with the 2nd negative lens and the 3rd forward lens, and the image point location fluctuation at the time of a temperature change can be suppressed small.

[0029]

While invention according to claim 12 is equipped with the same configuration as invention according to claim 10 or 11, the configuration that each of 2nd and 3rd lens is formed from plastic material of 0.7% or less of saturation water absorption is taken.

With the above-mentioned configuration, by using plastics with little saturation water absorption with the ingredient of a lens, ununiformity distribution of the coefficient of

water absorption by rapid humidity is controlled, and equalization of a refractive index is attained.

[0030]

Invention according to claim 13 has taken the configuration of arranging the protection-from-light mask which regulates an ambient light bundle at one [at least] spacing of spacing of the 1st lens and the 2nd lens, or spacing of the 2nd lens and the 3rd lens while being equipped with the same configuration as invention according to claim 10, 11, or 12.

As mentioned above, by considering as the configuration which prepares a protection-from-light mask, since an ambient light bundle is regulated and only the flux of light required for image formation is passed, even if it prepares a flange in the 2nd and 3rd lens formed with plastic material, the incidence of the light to the flange concerned can be suppressed to the minimum, and generating of a ghost and the flare can be suppressed as a result.

[0031]

Invention according to claim 14 has taken the configuration of having the image pick-up lens of 13 given in any 1 term, from claim 1 for carrying out image formation of the photographic subject image to the photo-electric-conversion section of the solid state image sensor which has the photo-electric-conversion section, and a solid state image sensor.

With the above-mentioned configuration, image pick-up equipment equipped with advantages, such as the miniaturization and lightweight-izing which were mentioned above, and high-definition-izing, is realized by carrying the image pick-up lens given [each] in a claim mentioned above.

In addition, electronic equipment equipped with the image pick-up function other than a camera in which image pick-up equipment makes an image pick-up a key objective like personal digital assistants, such as a cellular phone and PDA, shall also be contained here, for example.

[0032]

The image pick-up lens of 13 given in any 1 term from claim 1 for invention according to claim 15 to carry out image formation of the photographic subject image to the photo-electric-conversion section of the solid state image sensor which has the photo-electric-conversion section, and a solid state image sensor, The substrate which has the terminal for external connection which sends and receives an electrical signal while holding a solid state image sensor, The case which has opening for the optical incidence from a body side, and consists of a protection-from-light member, and ** are

the image pick-up units formed in one, and the configuration that the height of the direction of an image pick-up lens optical axis of an image pick-up unit is below 10 [mm] is taken.

[0033]

With the above-mentioned configuration, the image pick-up unit equipped more with advantages, such as a miniaturization and high-definition-izing, can be obtained by using the image pick-up lens of any 1 according to claim 1 to 13.

In addition, "opening for optical incidence" shall point out the part in which the field which can penetrate what [not only] not necessarily forms space, such as a hole, but the incident light from a body side was formed.

Moreover, "the direction die length of an optical axis of the image pick-up lens of an image pick-up unit is below 10 [mm]" shall mean the overall length which met in the direction of an optical axis of the image pick-up unit equipped with the configuration of all above. If it is when it follows, for example, a case is prepared on the field of the table of a substrate and electronic parts etc. are mounted in the tooth back of a substrate, it assumes that the distance to the point of the electronic parts which project on a tooth back from the point which becomes the body side of a case becomes below 10 [mm].

[0034]

Invention according to claim 16 has taken the configuration of having an image pick-up unit according to claim 15.

With the above-mentioned configuration, while attaining the miniaturization and lightweight-izing which were mentioned above by carrying the image pick-up unit according to claim 15 mentioned above, the personal digital assistant in which a high-definition image pick-up is possible is realized.

[0035]

[Embodiment of the Invention]

The operation gestalt of this invention is explained based on drawing 1 and 2. Drawing 1 shows the perspective view of this operation gestalt slack image pick-up unit 50, and drawing 2 is a sectional view in alignment with the optical axis of the image pick-up optical system of the image pick-up unit 50.

The CMOS mold image sensors 51 as a solid state image sensor with which the above-mentioned image pick-up unit 50 has photo-electric-conversion section 51a, The image pick-up optical system 10 as an image pick-up lens which makes photo-electric-conversion section 51a of these image sensors 51 picturize a photographic subject image, It has the case 53 as the substrate 52 which has the terminal 54 for external connection which sends and receives the electrical signal while holding image

sensors 51, and a lens-barrel which has opening for the optical incidence from a body side, and consists of a protection-from-light member, and these are formed in one.

[0036]

Photo-electric-conversion section 51a as a light sensing portion by which the pixel (optoelectric transducer) has been arranged two-dimensional is formed in the center section of the flat surface by the side of the light-receiving, and, as for the above-mentioned image sensors 51, digital-disposal-circuit 51b is formed in the perimeter. This digital disposal circuit consists of the drive circuit section which carries out the sequential drive of each pixel, and obtains a signal charge, the A/D-conversion section which changes each signal charge into a digital signal, the signal-processing section which forms a picture signal output using this digital signal. Moreover, near the rim of the flat surface by the side of light-receiving of image sensors 51, many pads (illustration abbreviation) are arranged and it connects with the substrate 52 through Wire W. Image sensors 51 change the signal charge from photo-electric-conversion section 51a into picture signals, such as a digital YUV signal, etc., and output it to the predetermined circuit on a substrate 52 through Wire W. Here, Y is [the color-difference signal of red and brightness and V (=B-Y) of a luminance signal and U (=R-Y)] the color-difference signals of blue and a luminance signal.

In addition, an image sensor is not limited to the image sensors of the above-mentioned CMOS mold, and may use other things, such as CCD.

[0037]

The substrate 52 is equipped with support plate 52a which supports the above-mentioned image sensors 51 and a case 53 on the 1 flat surface, and flexible substrate 52b by which the end section was connected to the tooth back (field of image sensors 51 and the opposite side) of support plate 52a.

It has the pad for signal transduction of a large number prepared in the front rear face, and connects with the wire W of the image sensors 51 mentioned above in the 1 flat-surface side, and support plate 52a is connected with flexible substrate 52b by the tooth-back side.

Flexible substrate 52b makes it possible to receive an electrical potential difference to connect with support plate 52a, and for the end section connect support plate 52a and an external circuit (for example, control circuit which the high order equipment which mounted the image pick-up unit has) through the external output terminal 54 prepared in the other end, and drive image sensors 51 from an external circuit, and supply of a clock signal, and to output a digital YUV signal to an external circuit like the above. Furthermore, the pars intermedia of the longitudinal direction of flexible substrate 52b

was equipped with flexibility or deformans, and the degree of freedom is given to the sense of an external output terminal, and arrangement to support plate 52a according to the deformation.

[0038]

Next, a case 53 and the image pick-up optical system 10 are explained. Where the image sensors 51 concerned are stored at the inside on the flat surface in which the image sensors 51 in support plate 52a of a substrate 52 were formed, fixed equipment of the case 53 is carried out by adhesion. And storing maintenance of the image pick-up optical system 10 is carried out inside the case 53. This case 53 is equipped with the barrel 55 in which fixed equipment was carried out by adhesion so that image sensors 51 might be surrounded on support plate 52a, and the lens-barrel 21 which carries out storing support of the 1st lens L1 of the image pick-up optical system 10 mentioned later, the 2nd lens L2, and the 3rd lens L3.

And a lens-barrel 21 is screwed in inside a barrel 55, and forms the connection condition of these mutuals. Moreover, while a lens-barrel 21 is large and opening of the edge by the side of image sensors 51 is carried out, the other end is formed from the tube-like object of the owner bottom in which opening was prepared, and it is used for a body side for the edge in which the opening was prepared by it, turning. Opening of this lens-barrel 21 constitutes aperture-diaphragm S which determines the f number of the image pick-up lens whole system while being a part of configuration of the image pick-up optical system 10.

[0039]

The IR (infrared radiation) cut-off filter 23 from which the image pick-up optical system 10 protects the incidence of the infrared radiation from a body side as shown in drawing 2, The external protection-from-light mask 26 further arranged rather than this IR cut-off filter 23 at the body side, It has the image pick-up lens which extracted from the body side and has been arranged in order of S, the 1st lens L1, the 2nd lens L2, and the 3rd lens L3, and the lens presser foot 22 which fixes each lenses L1, L2, and L3 in a lens-barrel 21.

This image pick-up optical system 10 is for performing image formation of a photographic subject image to solid state image sensors, such as CCD, by making Diaphragm S and each lenses L1, L2, and L3 into optical system. In addition, in drawing 1, the bottom is made into a body side, the bottom is made into the image side, and the alternate long and short dash line in drawing 2 is used as the optical axis with which each lenses L1, L2, and L3 are common.

[0040]

The above-mentioned IR cut-off filter 23 is formed in the shape of a rectangle, and is held by adhesion on the body side edge side of a lens-barrel 21. In addition, about the IR cut-off filter 23, the configuration may be circular.

Moreover, the external protection-from-light mask 26 is being fixed to the pan of the IR cut-off filter 23 by adhesion on the body side edge side of a lens-barrel 21 at the body side. It is an optical shield, opening which outdoor daylight can pass is prepared in the center section, and this external protection-from-light mask 26 is formed in order to lessen incidence of the unnecessary light from the outside as much as possible.

[0041]

After the center line of the lens-barrel 21 concerned and the optical axis of each lenses L1, L2, and L3 have been in agreement, each lenses L1, L2, and L3 concerned are held in the interior of a lens-barrel 21. The interior of this lens-barrel 21 is set up so that the bore may become large gradually in three steps, as it goes to the edge by the side of image sensors from the edge by the side of a body.

[0042]

On the other hand, each lenses L1, L2, and L3 are set as the range of an effective diameter in which from the core to predetermined range has a function as an image pick-up lens by each, and the part outside it is set as the flange which does not function as an image pick-up lens (part shown by hatching in each lenses L1, L2, and L3). And the part by the side of the body side edge section of a lens-barrel 21 where a bore is the smallest is set up possible [fitting] for the periphery of the flange of the 1st lens L1. Therefore, the 1st lens L1 is held inside a lens-barrel 21 according to this structure.

[0043]

Furthermore, it is the flange of the 1st lens L1, and the circular crevice is formed on the opposed face with the 2nd lens L2. Corresponding to this, it is the flange of the 2nd lens L2, and the heights in which fitting is possible are formed on the opposed face with the 1st lens L1 in the crevice of the 1st lens L1. And where heights are inserted in this crevice, the 1st lens L1 and the 2nd lens L2 can make a mutual optical axis in agreement with a sufficient precision.

[0044]

Furthermore, the outer diameter of the flange of the 3rd lens L3 is set up more greatly than the outer diameter of the flange of the 2nd lens L2, it is the flange of the 3rd lens L3, and the circular crevice is formed on the opposed face with the 2nd lens L2. The bore of the crevice of this 3rd lens L3 is set up possible [fitting] for the periphery section of the flange of the 2nd lens L2. And where the 2nd lens L2 is inserted in this crevice, the 3rd lens L3 and the 2nd lens L2 can make a mutual optical axis in agreement with a

sufficient precision.

[0045]

Thus, each lenses L1, L2, and L3 fit in mutually in the condition of having made the optical axis in agreement, according to above-mentioned structure. Moreover, a lens-barrel 21 supports the 1st lens L1 only in the inner circumference section of the diameter of min by the side of the base mentioned above, and has the structure where neither of the other inner circumference sections contacts each lenses L1, L2, and L3.

[0046]

In recent years, for the purpose of the miniaturization of the whole image pick-up equipment, even if it is the solid state image sensor of the same number of pixels, what has the screen size of a light sensing portion (photo-electric-conversion section) small a pixel pitch and small as a result is developed. Since the image pick-up lens for solid state image sensors with such a small screen size needs to shorten the focal distance of the whole system in order to secure the same field angle, the radius of curvature and outer diameter of each lens will become quite small. Therefore, in the glass lens manufactured by polish processing, processing becomes difficult. Therefore, as for each lenses L1, L2, and L3, it is desirable to form each by injection molding by being made from plastics. Moreover, it is desirable as image pick-up equipment to use the 1st lens as a glass mold lens to suppress small image point location fluctuation of the image pick-up lens whole system at the time of a temperature change.

[0047]

And the optical axis of each lenses L1, L2, and L3 has taken the structure which mutual inserts each other in and is made in agreement according to precision. Therefore, each lenses L1, L2, and L3 cannot be concerned and found in the precision of the supporter material of the image pick-up lens of lens-barrel 21 grade, and the structure which can make the optical axis of each lenses L1, L2, and L3 easily in agreement in the range of a possible precision with injection molding is taken. Furthermore, since precision of each crevice of each lenses L1, L2, and L3 and the shaft orientations of each heights can also be made into a possible precision with injection molding, the direction spacing of an optical axis of each lenses L1, L2, and L3 can also maintain a predetermined precision. For these reasons, it becomes possible to aim at improvement in the assembly precision of optical system. Furthermore, an assembly becomes easy and improvement in productivity is also aimed at.

In addition, the detailed specification of each lenses L1, L2, and L3 is explained using two or more examples in the example mentioned later.

[0048]

Next, the lens presser foot 22 is a ring-like member which consists of a protection-from-light nature ingredient, and opening is prepared so that the center section may be possible for passage of light. Moreover, the lens presser foot 22 is pressed fit in a lens-barrel 21, after the outer diameter was greatly set up slightly rather than the bore of the image sensors side edge section of a lens-barrel 21 and has stored each lenses L1, L2, and L3 in a lens-barrel 21. This lens presser foot 22 is pressed fit toward the body side edge section of a lens-barrel 21 until it becomes impossible to move so that a clearance may not be produced on each lenses L1, L2, and L3. And a fixed condition is maintained with each lenses L1, L2, and L3 according to the frictional force based on the stress produced between a lens-barrel 21 and the lens prevention 22.

[0049]

In addition, the means is not restricted to the above-mentioned approach that what is necessary is just to be able to equip a lens-barrel 21 with the lens presser foot 22 in the condition which can regulate shaft-orientations migration of each lenses L1, L2, and L3. For example, while preparing a projection in either and establishing the crevice which fits into a projection in another side, a screw slot may be established in the connection structure where elastic support of a projection or the crevice is carried out in the direction which separates from the other party movable, or mutual, and you may make it join together by screwing in the location of the peripheral face of a lens-barrel 21, and the inner skin of the lens presser foot 22 which faces mutually.

[0050]

Moreover, between each lenses L1 and L2 and L3, the 1st protection-from-light mask 24 and the 2nd protection-from-light mask 25 are arranged. The 1st protection-from-light mask 24 is arranged in the circular hollow centering on the optical axis prepared in the shaft-orientations apical surface of the heights of the 2nd lens L2. This 1st protection-from-light mask 24 is presenting the shape of a ring, and the bore of the central hole is small set up a little from the image pick-up lens effective diameter by the side of the body of the 2nd lens L2. And by being arranged in the above-mentioned hollow, this 1st protection-from-light mask 24 is in the condition whose center line and optical axis of each lenses L1, L2, and L3 of that corresponded, and is held between the 1st lens L1 and the 2nd lens L2. In addition, the depth of the above-mentioned hollow is slightly set up deeply rather than the thickness of the 1st protection-from-light mask 24, and has structure which does not affect a mutual distance in the fitting condition of the 1st lens L1 and the 2nd lens L2.

[0051]

Moreover, the 2nd protection-from-light mask 25 is arranged in the circular hollow

centering on the optical axis prepared in the inner base of the crevice of the 3rd lens L3. This 2nd protection-from-light mask 25 is also presenting the shape of a ring, and the bore of the central hole is small set up a little from the image pick-up lens effective diameter by the side of the image of the 2nd lens L2. And by being arranged in the above-mentioned hollow, this 2nd protection-from-light mask 25 is in the condition whose center line and optical axis of each lenses L1, L2, and L3 of that corresponded, and is held between the 2nd lens L2 and the 3rd lens L3. In addition, also in this case, the depth of the above-mentioned hollow is slightly set up deeply rather than the thickness of the 2nd protection-from-light mask 25, and has structure which does not affect a mutual distance in the fitting condition of the 2nd lens L2 and the 3rd lens L3.

[0052]

It can extract, and can prevent that the light which was mentioned above and which carried out incidence from Diaphragm S carries out incidence to the outside of the image pick-up lens effective diameter of each lenses L1, L2, and L3 according to a mutual operation with S and each protection-from-light masks 24 and 25, and generating of a ghost and the flare can be suppressed.

[0053]

The use mode of the image pick-up unit 50 mentioned above is explained. Drawing 3 shows the condition of having equipped the portable telephone 100 as a personal digital assistant or image pick-up equipment with the image pick-up unit 50. Moreover, drawing 4 is the control-block Fig. of a portable telephone 100.

The body side edge side of the case 53 in image pick-up optical system is established in the tooth back (let a liquid crystal display section side be a transverse plane) of a portable telephone 100, and the image pick-up unit 50 is arranged in the location where the liquid crystal display section corresponds caudad.

And it connects with the control section 101 of a portable telephone 100, and the external connection terminal 54 of the image pick-up unit 50 outputs picture signals, such as a luminance signal and a color-difference signal, to a control-section 101 side.

On the other hand, while a portable telephone 100 controls each part in generalization to be shown in drawing 4 The control section (CPU) 101 which performs the program according to each processing, and the input section 60 for carrying out the support input of the number etc. by the key, With the display 70 which displays the image picturized besides predetermined data, and the Radio Communications Department 80 for realizing the various information communication links between external servers The storage section 91 which has memorized many required data, such as the system program and the various processing programs of a portable telephone 100, and Terminal

ID, (ROM), And it is used as a working area which stores image pick-up data etc. temporarily by the various processing programs performed by the control section 101, data, processed data, or the image pick-up unit 50, it has the temporary storage section (RAM) 92.

And the picture signal inputted from the image pick-up unit 50 is memorized by the storage section 92, or is displayed by the control system of the above-mentioned portable telephone 100 by the display 70, and is further transmitted outside as image information through the Radio Communications Department 80 according to it.

[0054]

[Example]

Next, although the specification of an image pick-up lens is explained based on examples 1-7, each specification is not limited to this. Here, the notation used for each example is as follows.

f : focal distance

fB : back focus

F : f number

2Y : usual picture area diagonal line length (diagonal line length in the rectangle light-receiving side of a solid state image sensor)

R : radius of curvature of a refracting interface

D : spacing of a refracting interface

Nd : refractive index in d line of an image pick-up lens ingredient

nud : The Abbe number of an image pick-up lens ingredient

[0055]

Moreover, in each example, in the rectangular coordinate system which made the top-most vertices of a field the zero and set the X-axis as the direction of an optical axis, C and a cone constant are expressed with K and the configuration of the aspheric surface expresses an aspheric surface multiplier with the following "one numbers" for top-most-vertices curvature as A4, and A6, A8, A10 and A12.

[0056]

[Equation 1]

$$X = \frac{Ch^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)C^2h^2}} + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10} + A_{12}h^{12}$$

$$\text{但し、 } h = \sqrt{Y^2 + Z^2}$$

[0057]

(The 1st example)

Image pick-up lens data are shown in Tables 1, 2, and 3.

[0058]

[Table 1]

(実施例 1)

f=3.560 mm fB=1.617 mm F=2.82 2Y=4.24 mm

| 面番号 | R (mm) | D (mm) | N d | ν d |
|-----|----------|--------|---------|---------|
| 絞り | ∞ | 0.20 | | |
| 1 | 3.052 | 1.24 | 1.53040 | 56.0 |
| 2 | -2.078 | 0.41 | | |
| 3 | -0.892 | 0.82 | 1.58300 | 30.0 |
| 4 | -2.639 | 0.20 | | |
| 5 | 1.280 | 1.00 | 1.53040 | 56.0 |
| 6 | 2.150 | | | |

[0059]

[Table 2]

非球面係数

第1面

$$\begin{aligned} K &= -1.6816 \\ A4 &= -1.0491 \times 10^{-2} \\ A6 &= -3.5682 \times 10^{-2} \\ A8 &= 2.3898 \times 10^{-2} \\ A10 &= -3.9391 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

第2面

$$\begin{aligned} K &= 1.1166 \\ A4 &= 1.6224 \times 10^{-2} \\ A6 &= 1.9824 \times 10^{-2} \\ A8 &= -5.5354 \times 10^{-2} \\ A10 &= 1.7107 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

第3面

$$\begin{aligned} K &= -3.2715 \\ A4 &= -2.7322 \times 10^{-2} \\ A6 &= 7.3636 \times 10^{-2} \\ A8 &= -5.9771 \times 10^{-2} \\ A10 &= -7.7937 \times 10^{-3} \\ A12 &= 1.5014 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

第4面

$$\begin{aligned} K &= -1.1677 \\ A4 &= 3.5006 \times 10^{-2} \\ A6 &= 1.5424 \times 10^{-2} \\ A8 &= -2.1565 \times 10^{-3} \\ A10 &= -2.6532 \times 10^{-3} \\ A12 &= 1.1001 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

第5面

$$\begin{aligned} K &= -3.8470 \\ A4 &= 1.4719 \times 10^{-2} \\ A6 &= -1.2455 \times 10^{-2} \\ A8 &= 9.7271 \times 10^{-4} \\ A10 &= -1.1216 \times 10^{-4} \\ A12 &= 4.4541 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

第6面

$$\begin{aligned} K &= -1.2236 \\ A4 &= -2.3884 \times 10^{-2} \\ A6 &= 5.3684 \times 10^{-4} \\ A8 &= -3.2130 \times 10^{-3} \\ A10 &= 9.0104 \times 10^{-4} \\ A12 &= -7.7247 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

[0060]

[Table 3]

| | 実施例 1 |
|---------------------------|--------|
| (1) $L/2Y$ | 1. 30 |
| (2) $f1/f$ | 0. 71 |
| (3) $f3/f$ | 1. 20 |
| (4) $R3/((N2-1) \cdot f)$ | -0. 43 |
| (5) $\nu 1 - \nu 2$ | 26. 0 |

[0061]

Drawing 5 is the explanatory view showing image pick-up lens arrangement of the 1st example. As for the inside L1 of drawing, the 2nd lens and L3 show the 3rd lens, and S shows [the 1st lens and L2] an aperture diaphragm. Drawing 6 is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 1.

The 1st lens L1 and the 3rd lens L3 are plastic lenses of a polyolefine system, and saturation water absorption is 0.01% or less. Moreover, the 2nd lens L2 is a plastic lens of a polycarbonate system, and saturation water absorption is 0.4%.

[0062]

(Example 2)

Image pick-up lens data are shown in Tables 4, 5, and 6.

[0063]

[Table 4]

(実施例 2)

 $f=3.560$ mm $fB=1.608$ mm $F=2.82$ $2Y=4.24$ mm

| 面番号 | R (mm) | D (mm) | N d | ν d |
|-----|----------|--------|---------|---------|
| 絞り | ∞ | 0.20 | | |
| 1 | 2.935 | 1.24 | 1.49700 | 56.0 |
| 2 | -1.927 | 0.42 | | |
| 3 | -0.886 | 0.82 | 1.58300 | 30.0 |
| 4 | -2.596 | 0.20 | | |
| 5 | 1.217 | 1.00 | 1.49700 | 56.0 |
| 6 | 2.107 | | | |

[0064]

[Table 5]

非球面係数

第1面

$$\begin{aligned} K &= -1.7943 \\ A4 &= -1.4869 \times 10^{-2} \\ A6 &= -1.0811 \times 10^{-2} \\ A8 &= -2.8303 \times 10^{-2} \\ A10 &= 1.0732 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

第2面

$$\begin{aligned} K &= 1.2219 \\ A4 &= 4.6746 \times 10^{-2} \\ A6 &= 1.7599 \times 10^{-2} \\ A8 &= -5.4338 \times 10^{-2} \\ A10 &= 2.5193 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

第3面

$$\begin{aligned} K &= -3.4812 \\ A4 &= -2.3751 \times 10^{-2} \\ A6 &= 7.9632 \times 10^{-2} \\ A8 &= -5.7217 \times 10^{-2} \\ A10 &= -8.2616 \times 10^{-3} \\ A12 &= 1.4117 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

第4面

$$\begin{aligned} K &= -1.3161 \\ A4 &= 3.5093 \times 10^{-2} \\ A6 &= 1.5006 \times 10^{-2} \\ A8 &= -2.4508 \times 10^{-3} \\ A10 &= -2.4750 \times 10^{-3} \\ A12 &= 1.0270 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

第5面

$$\begin{aligned} K &= -3.6750 \\ A4 &= 1.5979 \times 10^{-2} \\ A6 &= -1.1979 \times 10^{-2} \\ A8 &= 1.0441 \times 10^{-3} \\ A10 &= -1.2424 \times 10^{-4} \\ A12 &= -8.4000 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

第6面

$$\begin{aligned} K &= -1.0422 \\ A4 &= -2.3963 \times 10^{-2} \\ A6 &= 3.5702 \times 10^{-4} \\ A8 &= -3.2540 \times 10^{-3} \\ A10 &= 8.9657 \times 10^{-4} \\ A12 &= -7.7167 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

[0065]

[Table 6]

| | 実施例 2 |
|---------------------------------|-------|
| (1) $L/2Y$ | 1.30 |
| (2) f_1/f | 0.71 |
| (3) f_3/f | 1.17 |
| (4) $R_3 / ((N_2 - 1) \cdot f)$ | -0.42 |
| (5) $\nu_1 - \nu_2$ | 26.0 |

[0066]

Drawing 7 is the explanatory view showing image pick-up lens arrangement of an example 2. As for the inside L1 of drawing, the 2nd lens and L3 show the 3rd lens, and S shows [the 1st lens and L2] an aperture diaphragm. Drawing 8 is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 1.

The 1st lens L1 and the 3rd lens L3 are acrylic plastic lenses, and saturation water absorption is 1.3%. Moreover, the 2nd lens L2 is a plastic lens of a polycarbonate system, and saturation water absorption is 0.4%.

[0067]

(Example 3)

Lens data are shown in Tables 7, 8, and 9.

[0068]

[Table 7]

(実施例 3)

 $f=3.676 \text{ mm}$ $fB=0.206 \text{ mm}$ $F=2.82$ $2Y=4.24 \text{ mm}$

| 面番号 | R (mm) | D (mm) | Nd | νd |
|-----|----------|--------|---------|---------|
| 絞り | ∞ | 0.20 | | |
| 1 | 2.424 | 1.45 | 1.49700 | 56.0 |
| 2 | -2.712 | 0.38 | | |
| 3 | -1.000 | 0.84 | 1.58300 | 30.0 |
| 4 | -2.768 | 0.12 | | |
| 5 | 1.128 | 0.82 | 1.49700 | 56.0 |
| 6 | 1.693 | 1.00 | | |
| 7 | ∞ | 0.70 | 1.54880 | 67.0 |
| 8 | ∞ | | | |

[0069]

[Table 8]

非球面係数

第1面

$$\begin{aligned} K &= 7.64631 \times 10^{-1} \\ A4 &= -7.26845 \times 10^{-3} \\ A6 &= -5.69191 \times 10^{-2} \\ A8 &= 7.54296 \times 10^{-2} \\ A10 &= -4.47161 \times 10^{-2} \\ A12 &= -5.03649 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

第2面

$$\begin{aligned} K &= 1.98965 \\ A4 &= 1.79067 \times 10^{-2} \\ A6 &= -2.68448 \times 10^{-3} \\ A8 &= -6.25013 \times 10^{-2} \\ A10 &= 2.87093 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

第3面

$$\begin{aligned} K &= -4.49258 \\ A4 &= -6.42404 \times 10^{-2} \\ A6 &= 6.50987 \times 10^{-2} \\ A8 &= -6.81812 \times 10^{-2} \\ A10 &= -1.46910 \times 10^{-2} \\ A12 &= 2.26546 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

第4面

$$\begin{aligned} K &= -3.34513 \times 10^{-1} \\ A4 &= 3.51242 \times 10^{-2} \\ A6 &= 1.14274 \times 10^{-2} \\ A8 &= -2.19831 \times 10^{-3} \\ A10 &= -1.88745 \times 10^{-3} \\ A12 &= 8.06597 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

第5面

$$\begin{aligned} K &= -3.31732 \\ A4 &= 1.43480 \times 10^{-2} \\ A6 &= -5.15036 \times 10^{-3} \\ A8 &= -4.56345 \times 10^{-5} \\ A10 &= -3.96209 \times 10^{-4} \\ A12 &= 4.88822 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

第6面

$$\begin{aligned} K &= -7.81942 \times 10^{-1} \\ A4 &= -5.53581 \times 10^{-2} \\ A6 &= 1.38043 \times 10^{-2} \\ A8 &= -5.21437 \times 10^{-3} \\ A10 &= 4.71073 \times 10^{-4} \\ A12 &= 5.67539 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

[0070]

[Table 9]

| | 実施例 3 |
|---------------------------------|--------|
| (1) $L/2Y$ | 1. 30 |
| (2) f_1/f | 0. 77 |
| (3) f_3/f | 1. 25 |
| (4) $R_3 / ((N_2-1) \cdot f)$ | -0. 47 |
| (5) $\nu_1 - \nu_2$ | 26. 0 |

[0071]

Drawing 9 is the explanatory view showing image pick-up lens arrangement of an example 3. As for the inside L1 of drawing, the 2nd lens and L3 show the 3rd lens, and S shows [the 1st lens and L2] an aperture diaphragm. Drawing 10 is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 1.

The 1st lens L1 and the 3rd lens L3 are acrylic plastic lenses, and saturation water absorption is 1.3%. Moreover, the 2nd lens L2 is a plastic lens of a polycarbonate system, and saturation water absorption is 0.4%. In addition, this example is an example of a design which has arranged the parallel plate of a low pass filter of Xtal to the image side most.

[0072]

(Example 4)

Image pick-up lens data are shown in Tables 10, 11, and 12.

[0073]

[Table 10]

(実施例 4)

 $f=4.451 \text{ mm}$ $fB=2.078 \text{ mm}$ $F=2.82$ $2Y=5.42 \text{ mm}$

| 面番号 | R (mm) | D (mm) | N d | ν d |
|-----|----------|--------|---------|---------|
| 絞り | ∞ | 0.20 | | |
| 1 | 3.796 | 1.50 | 1.53040 | 56.0 |
| 2 | -2.602 | 0.51 | | |
| 3 | -1.115 | 1.00 | 1.58300 | 30.0 |
| 4 | -3.299 | 0.25 | | |
| 5 | 1.592 | 1.20 | 1.53040 | 56.0 |
| 6 | 2.698 | | | |

[0074]

[Table 11]

非球面係数

第1面

$$\begin{aligned} K &= -1.7034 \\ A4 &= -6.3582 \times 10^{-3} \\ A6 &= -1.2005 \times 10^{-2} \\ A8 &= 4.6051 \times 10^{-3} \\ A10 &= -5.7800 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

第2面

$$\begin{aligned} K &= 1.4401 \\ A4 &= 7.6501 \times 10^{-3} \\ A6 &= 6.6607 \times 10^{-3} \\ A8 &= -1.1452 \times 10^{-2} \\ A10 &= 2.3315 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

第3面

$$\begin{aligned} K &= -3.2788 \\ A4 &= -1.4018 \times 10^{-2} \\ A6 &= 2.3991 \times 10^{-2} \\ A8 &= -1.2591 \times 10^{-2} \\ A10 &= -1.0571 \times 10^{-3} \\ A12 &= 1.2895 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

第4面

$$\begin{aligned} K &= -1.8023 \\ A4 &= 1.8180 \times 10^{-2} \\ A6 &= 5.0794 \times 10^{-3} \\ A8 &= -4.4435 \times 10^{-4} \\ A10 &= -3.5516 \times 10^{-4} \\ A12 &= 9.4022 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

第5面

$$\begin{aligned} K &= -3.8573 \\ A4 &= 7.5242 \times 10^{-3} \\ A6 &= -4.0947 \times 10^{-3} \\ A8 &= 1.9966 \times 10^{-4} \\ A10 &= -1.5656 \times 10^{-5} \\ A12 &= 5.3691 \times 10^{-7} \end{aligned}$$

第6面

$$\begin{aligned} K &= -1.2933 \\ A4 &= -1.2226 \times 10^{-2} \\ A6 &= 1.8232 \times 10^{-4} \\ A8 &= -6.7207 \times 10^{-4} \\ A10 &= 1.2108 \times 10^{-4} \\ A12 &= -6.7354 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

[0075]

[Table 12]

| | 実施例 4 |
|---------------------------------|-------|
| (1) $L/2Y$ | 1.24 |
| (2) f_1/f | 0.71 |
| (3) f_3/f | 1.20 |
| (4) $R_3 / ((N_2 - 1) \cdot f)$ | -0.43 |
| (5) $\nu_1 - \nu_2$ | 26.0 |

[0076]

Drawing 11 is the sectional view of the image pick-up lens of an example 4. As for the inside L1 of drawing, the 2nd lens and L3 show the 3rd lens, and S shows [the 1st lens and L2] an aperture diaphragm. Drawing 12 is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 1.

The 1st lens L1 and the 3rd lens L3 are plastic lenses of a polyolefine system, and saturation water absorption is 0.01% or less. Moreover, the 2nd lens L2 is a plastic lens of a polycarbonate system, and saturation water absorption is 0.4%.

[0077]

(The 5th example)

Image pick-up lens data are shown in Tables 13, 14, and 15.

[0078]

[Table 13]

(実施例 5)

f=4. 298 mm

fB=0. 503 mm

F=4. 15

2Y=5. 0 mm

| 面番号 | R (mm) | D (mm) | N d | ν d |
|-----|----------|--------|----------|---------|
| 絞り | ∞ | 0. 00 | | |
| 1 | 6. 859 | 1. 20 | 1. 58313 | 59. 4 |
| 2 | -2. 876 | 1. 00 | | |
| 3 | -1. 211 | 0. 80 | 1. 60700 | 27. 0 |
| 4 | -3. 191 | 0. 10 | | |
| 5 | 1. 309 | 1. 12 | 1. 52500 | 56. 0 |
| 6 | 1. 947 | 0. 64 | | |
| 7 | ∞ | 0. 30 | 1. 51633 | 64. 1 |
| 8 | ∞ | 0. 20 | | |
| 9 | ∞ | 0. 45 | 1. 51633 | 64. 1 |
| 10 | ∞ | | | |

[0079]

[Table 14]

非球面係数

第1面

$$\begin{aligned} K &= 0.375451 \\ A4 &= -3.20099 \times 10^{-2} \\ A6 &= -8.77267 \times 10^{-2} \\ A8 &= 4.38838 \times 10^{-1} \\ A10 &= -7.72154 \times 10^{-1} \end{aligned}$$

第2面

$$\begin{aligned} K &= -3.29483 \\ A4 &= -3.96590 \times 10^{-2} \\ A6 &= -3.49514 \times 10^{-2} \\ A8 &= 3.22673 \times 10^{-2} \\ A10 &= -1.38774 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

第3面

$$\begin{aligned} K &= -6.39263 \\ A4 &= -5.45430 \times 10^{-2} \\ A6 &= 6.71626 \times 10^{-2} \\ A8 &= -5.89742 \times 10^{-2} \\ A10 &= 3.16951 \times 10^{-2} \\ A12 &= -6.38272 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

第4面

$$\begin{aligned} K &= -0.564923 \\ A4 &= 2.91194 \times 10^{-2} \\ A6 &= 9.95040 \times 10^{-3} \\ A8 &= -3.16406 \times 10^{-3} \\ A10 &= 6.04822 \times 10^{-4} \\ A12 &= -1.51858 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

第5面

$$\begin{aligned} K &= -4.25824 \\ A4 &= -2.17915 \times 10^{-3} \\ A6 &= -1.18080 \times 10^{-3} \\ A8 &= 1.55145 \times 10^{-4} \\ A10 &= 5.72196 \times 10^{-5} \\ A12 &= -1.12386 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

第6面

$$\begin{aligned} K &= -4.21390 \\ A4 &= -2.39973 \times 10^{-2} \\ A6 &= 5.44891 \times 10^{-3} \\ A8 &= -1.51952 \times 10^{-3} \\ A10 &= 2.57636 \times 10^{-4} \\ A12 &= -1.81089 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

[0080]

[Table 15]

| | 実施例 5 |
|-----------------------------------|--------|
| (1) $L/2Y$ | 1. 21 |
| (2) f_1/f | 0. 85 |
| (3) f_3/f | 1. 11 |
| (4) $R_3 / ((N_2 - 1) \cdot f)$ | -0. 46 |
| (5) $\nu_1 - \nu_2$ | 32. 4 |
| (6) P_{23}/P | -0. 20 |

[0081]

Drawing 13 is the explanatory view showing image pick-up lens arrangement of the 5th example. As for the inside L1 of drawing, the 2nd lens and L3 show the 3rd lens, and S shows [the 1st lens and L2] an aperture diaphragm. Drawing 14 is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 5.

The 1st lens L1 is a glass lens. Moreover, the 2nd lens L2 is a plastic lens of a polyester system, saturation water absorption is 0.7%, the 3rd lens L3 is a plastic lens of a polyolefine system, and saturation water absorption is 0.01% or less.

In addition, this example is an example of a design which has arranged the parallel plate of seal glass of an infrared cut filter and a solid state image sensor to the image side most.

[0082]

(The 6th example)

Image pick-up lens data are shown in Tables 16, 17, and 18.

[0083]

[Table 16]

(実施例 6)

f=4. 298 mm

fB=0. 504 mm

F=4. 15

2Y=5. 0 mm

| 面番号 | R (mm) | D (mm) | Nd | ν d |
|-----|----------|--------|----------|---------|
| 絞り | ∞ | 0. 00 | | |
| 1 | 2. 433 | 1. 12 | 1. 58313 | 59. 4 |
| 2 | -14. 773 | 0. 74 | | |
| 3 | -1. 224 | 0. 80 | 1. 60700 | 27. 0 |
| 4 | -2. 926 | 0. 10 | | |
| 5 | 1. 473 | 1. 18 | 1. 52500 | 56. 0 |
| 6 | 2. 263 | 0. 47 | | |
| 7 | ∞ | 0. 30 | 1. 51633 | 64. 1 |
| 8 | ∞ | 0. 20 | | |
| 9 | ∞ | 0. 45 | 1. 51633 | 64. 1 |
| 10 | ∞ | | | |

[0084]

[Table 17]

非球面係数

第1面

$$\begin{aligned} K &= 5.47631 \\ A4 &= -5.88427 \times 10^{-2} \\ A6 &= -1.01490 \times 10^{-1} \\ A8 &= 3.29430 \times 10^{-1} \\ A10 &= -6.56990 \times 10^{-1} \end{aligned}$$

第2面

$$\begin{aligned} K &= -49.9730 \\ A4 &= -3.98723 \times 10^{-2} \\ A6 &= -8.65969 \times 10^{-2} \\ A8 &= 5.89891 \times 10^{-2} \\ A10 &= -5.34386 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

第3面

$$\begin{aligned} K &= -6.30911 \\ A4 &= -1.57620 \times 10^{-1} \\ A6 &= 3.95791 \times 10^{-2} \\ A8 &= -9.27235 \times 10^{-2} \\ A10 &= 1.10077 \times 10^{-2} \\ A12 &= -7.06172 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

第4面

$$\begin{aligned} K &= 1.87037 \\ A4 &= 6.88364 \times 10^{-3} \\ A6 &= 1.45143 \times 10^{-2} \\ A8 &= -3.81261 \times 10^{-3} \\ A10 &= 1.49218 \times 10^{-3} \\ A12 &= 2.61317 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

第5面

$$\begin{aligned} K &= -5.33572 \\ A4 &= -1.05776 \times 10^{-2} \\ A6 &= 3.53470 \times 10^{-4} \\ A8 &= 2.38176 \times 10^{-4} \\ A10 &= -2.25288 \times 10^{-6} \\ A12 &= -7.62576 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

第6面

$$\begin{aligned} K &= -4.81074 \\ A4 &= -3.27214 \times 10^{-2} \\ A6 &= 6.34048 \times 10^{-3} \\ A8 &= -1.53677 \times 10^{-3} \\ A10 &= 2.48125 \times 10^{-4} \\ A12 &= -1.77393 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

[0085]

[Table 18]

| | 実施例 6 |
|---------------------------|--------|
| (1) $L/2Y$ | 1. 12 |
| (2) $f1/f$ | 0. 85 |
| (3) $f3/f$ | 1. 23 |
| (4) $R3/((N2-1) \cdot f)$ | -0. 47 |
| (5) $\nu 1-\nu 2$ | 32. 4 |
| (6) $P23/P$ | -0. 17 |

[0086]

Drawing 15 is the explanatory view showing image pick-up lens arrangement of the 6th example. As for the inside L1 of drawing, the 2nd lens and L3 show the 3rd lens, and S shows [the 1st lens and L2] an aperture diaphragm. Drawing 16 is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 6.

The 1st lens L1 is a glass lens. Moreover, the 2nd lens L2 is a plastic lens of a polyester system, saturation water absorption is 0.7%, the 3rd lens L3 is a plastic lens of a polyolefine system, and saturation water absorption is 0.01% or less.

In addition, this example is an example of a design which has arranged the parallel plate of seal glass of an infrared cut filter and a solid state image sensor to the image side most.

[0087]

(The 7th example)

Image pick-up lens data are shown in Tables 19, 20, and 21.

[0088]

[Table 19]

(実施例 7)

f=4. 350 mm

fB=0. 518 mm

F=4. 15

2Y=5. 0 mm

| 面番号 | R (mm) | D (mm) | N d | ν d |
|-----|----------|--------|----------|---------|
| 絞り | ∞ | 0. 00 | | |
| 1 | 3. 239 | 1. 10 | 1. 52500 | 56. 0 |
| 2 | -1. 997 | 0. 58 | | |
| 3 | -0. 876 | 0. 70 | 1. 60700 | 27. 0 |
| 4 | -2. 667 | 0. 52 | | |
| 5 | 1. 576 | 1. 30 | 1. 52500 | 56. 0 |
| 6 | 2. 566 | 0. 40 | | |
| 7 | ∞ | 0. 30 | 1. 51633 | 64. 1 |
| 8 | ∞ | 0. 20 | | |
| 9 | ∞ | 0. 45 | 1. 51633 | 64. 1 |
| 10 | ∞ | | | |

[0089]

[Table 20]

非球面係数

第1面

$$\begin{aligned} K &= -3.20933 \\ A4 &= -3.82364 \times 10^{-2} \\ A6 &= -2.63801 \times 10^{-2} \\ A8 &= -6.10239 \times 10^{-2} \\ A10 &= 1.83338 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

第2面

$$\begin{aligned} K &= 1.90458 \\ A4 &= -4.63123 \times 10^{-2} \\ A6 &= -1.97770 \times 10^{-2} \\ A8 &= 6.47328 \times 10^{-2} \\ A10 &= -4.45104 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

第3面

$$\begin{aligned} K &= -2.39028 \\ A4 &= -2.30131 \times 10^{-1} \\ A6 &= 2.17675 \times 10^{-1} \\ A8 &= 1.70144 \times 10^{-1} \\ A10 &= -3.53937 \times 10^{-1} \\ A12 &= 1.51751 \times 10^{-1} \end{aligned}$$

第4面

$$\begin{aligned} K &= 1.70050 \\ A4 &= -6.05383 \times 10^{-2} \\ A6 &= 1.25158 \times 10^{-1} \\ A8 &= -1.45910 \times 10^{-2} \\ A10 &= -1.18824 \times 10^{-2} \\ A12 &= 3.53296 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

第5面

$$\begin{aligned} K &= -5.22303 \\ A4 &= -3.24548 \times 10^{-2} \\ A6 &= 4.83320 \times 10^{-3} \\ A8 &= 2.02980 \times 10^{-4} \\ A10 &= -2.19007 \times 10^{-4} \\ A12 &= 1.07363 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

第6面

$$\begin{aligned} K &= -1.26552 \\ A4 &= -5.77008 \times 10^{-2} \\ A6 &= 7.93873 \times 10^{-3} \\ A8 &= -1.12663 \times 10^{-3} \\ A10 &= 1.17517 \times 10^{-4} \\ A12 &= -9.43985 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

[0090]

[Table 21]

| | 実施例 7 |
|----------------------------|--------|
| (1) $L/2Y$ | 1. 16 |
| (2) $f1/f$ | 0. 58 |
| (3) $f3/f$ | 1. 23 |
| (4) $R3/((N2-1) \cdot f)$ | -0. 33 |
| (5) $\nu 1-\nu 2$ | 29. 0 |

[0091]

Drawing 17 is the explanatory view showing image pick-up lens arrangement of the 7th example. As for the inside L1 of drawing, the 2nd lens and L3 show the 3rd lens, and S shows [the 1st lens and L2] an aperture diaphragm. Drawing 18 is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 7.

The 1st lens L1 and the 3rd lens L3 are plastic lenses of a polyolefine system, and saturation water absorption is 0.01% or less. moreover, the 2nd lens L2 is a plastic lens of a polyester system, and comes out of saturation water absorption 0.7%.

In addition, this example is an example of a design which has arranged the parallel plate of seal glass of an infrared cut filter and a solid state image sensor to the image side most.

[0092]

In addition, this example is not necessarily sufficient design about the tele cent rucksack property of the image side flux of light. If it is called tele cent rucksack property that the chief ray of the flux of light over each image point becomes almost parallel to an optical axis after injecting the image pick-up lens last side and it puts in

another way, the exit pupil location of optical system will be separating from the image surface enough. If a tele cent rucksack property worsens, to a solid state image sensor, incidence will be carried out, the phenomenon (shading) in which substantial aperture efficiency decreases in a screen periphery will arise, and the flux of light will be insufficient [the amount of ambient light] from slant. However, with the latest technique, the above-mentioned shading phenomenon is mitigable with the color filter of a solid state image sensor, reexamination of the array of a micro-lens array, etc. Therefore, this example is the example of a design which aimed at the miniaturization more about the part by which the demand of a tele cent rucksack property was eased.

[0093]

[Effect of the Invention]

Since invention according to claim 1 becomes possible [keeping away an exit pupil location from the image surface by arranging an aperture diaphragm to a body side] most, for example, when this invention is used as an image pick-up lens for solid state image sensors, it becomes possible [securing an image side tele cent rucksack property required for a solid state image sensor good].

Moreover, since this invention arranges the 1st lens of both the forward convex configuration where refractive power is comparatively large, and the 2nd negative lens, ahead [body side], it is attaining the miniaturization of an image pick-up lens overall length.

[0094]

And reduction of the spherical aberration generated by making the 1st lens into both the convex configuration when refractive power uses a big thing as the 1st lens concerned is aimed at.

Furthermore, contiguity arrangement with the 1st lens to which the convex was turned is enabled by turning the concave surface of the 2nd negative lens to the 1st lens side, and, thereby, it makes it possible to amend many aberration, such as spherical aberration, comatic aberration, and chromatic aberration, good and simply.

Moreover, since the 3rd lens is made into the meniscus configuration where the convex was turned to the body side, it makes it possible to secure the tele cent rucksack property in the screen periphery by the side of an image good especially.

[0095]

Although many aberration, such as spherical aberration, comatic aberration, and chromatic aberration, can be reduced effectively and a tele cent rucksack property is maintained good by this invention from the above thing, it becomes possible to offer the image pick-up lens which realized the miniaturization of the direction of an optical axis.

[0096]

Since the 3rd lens considered invention according to claim 2 as the configuration which has forward refractive power, it serves as the so-called triplet type of image pick-up lens configuration, and becomes able [amendment of ***** aberration, such as distortion aberration, and reservation of a tele cent rucksack property] to carry out more easily.

[0097]

Invention according to claim 3 uses the aspheric surface for the 1st forward lens, and enables amendment of spherical aberration and comatic aberration by things, and the amendment of comatic aberration and astigmatism of it is attained by using the aspheric surface for the 2nd negative lens.

Furthermore, the 3rd forward lens becomes possible [amending many aberration of a screen periphery according to the aspheric surface, without affecting the shaft top engine performance] using the gap of the passage height of the axial Uemitsu line and marginal ray which are produced by having arranged in the location which approached the image surface most. It becomes possible to perform effectively amendment of the distortion aberration of the spool mold generated when the negative refractive power of the 2nd lens is set up especially strongly, and amendment of a curvature of field. If it puts in another way, it will also become possible to strengthen the negative refractive power of the 2nd lens.

Therefore, better aberration amendment is attained by this invention.

[0098]

Invention according to claim 4 specifies an image pick-up lens overall length, by the conditional expression (1) for attaining a miniaturization, it is considering as a setup which is less than the upper limit, can shorten an image pick-up lens overall length, and can also make small an image pick-up lens outer diameter in multiplication. Therefore, thereby, small lightweight-ization of the whole image pick-up equipment is attained.

Furthermore, by considering as a setup exceeding the lower limit according to the conditional expression (2) which specifies the refractive power of the 1st forward lens, increase of the forward refractive power of the 1st lens is pressed down, and it becomes possible to suppress small the spherical aberration generated with the 1st lens, and comatic aberration. Moreover, since it does not become extremely small radius of curvature, it is desirable also from a viewpoint of the workability of an image pick-up lens. By on the other hand considering as a setup which is less than the upper limit of a formula (2), too much fall of the forward refractive power of the 1st lens is controlled, and it becomes advantageous to the miniaturization of an image pick-up lens overall length.

[0099]

Moreover, since it controls that the forward refractive power of the 3rd lens increases too much by considering as a setup exceeding the lower limit according to the conditional expression (3) which specifies the refractive power of the 3rd forward lens, forward refractive-power allocation with the 1st lens becomes suitable, and it becomes possible to attain the miniaturization of an image pick-up lens overall length. It becomes possible to be able to prevent too much fall of the forward refractive power of the 3rd lens, and to be able to amend distortion aberration good, and to secure the telecentric property of the image side flux of light by on the other hand considering as a setup which is less than the upper limit.

[0100]

By following conditional expression (4), the negative refractive power by the side of the 2nd lens body side does not become excessive, but invention according to claim 5 can suppress generating of the coma flare of an axial outdoor daylight bundle, and becomes possible [acquiring good image quality].

Moreover, it becomes possible to amend the spherical aberration which generates the negative refractive power by the side of the 2nd lens body side with the 1st forward lens while the forward PETTSU bar sum decreases and amendment of a curvature of field becomes easy, since it is maintained appropriately, and comatic aberration good.

[0101]

Invention according to claim 6 becomes possible [amending axial overtone aberration and the chromatic aberration of magnification with sufficient balance] by considering as a setup exceeding the lower limit of the conditional expression (5) of chromatic-aberration amendment with the 1st forward lens and the 2nd negative lens.

[0102]

In invention according to claim 7, since the 1st lens, the 2nd lens, and all the 3rd lens are constituted from a plastic lens manufactured by injection molding, even if it is a lens with small radius of curvature and outer diameter, mass production method becomes possible from the glass lens manufactured by polish processing.

since [moreover,] aspheric-surface-izing is easy for a plastic lens -- aberration amendment nearby -- it becomes possible to carry out easily and exactly.

furthermore, as another merit using a plastic lens Since the configuration of the flange of an image pick-up lens effective diameter outside can be designed freely, Reduction-ization of fittings mark can be attained and, as for this, the thing for which improvement in the assembly precision of optical system is aimed at, such as reducing an installation error effectively and taking the structure which can make the optical

axis of each lens easily in agreement using the bore section or the outer-diameter section of a flange, becomes possible. Furthermore, an assembly becomes easy and productivity's improves.

[0103]

In invention according to claim 8, it becomes possible to also acquire the advantage of a plastic lens, controlling ununiformity-ization of the refractive index by rapid humidity, and maintaining the better image formation engine performance about each lens, when saturation water absorption uses 0.7% or less of plastic material.

[0104]

Since invention according to claim 9 arranges the protection-from-light mask which regulates an ambient light bundle, even if it is the case where a flange is prepared in either of each above-mentioned lens at the periphery section, it can make one [at least] spacing of spacing of the 1st to 2nd lenses, or spacing of the 2nd to 3rd lenses able to pass only the flux of light required for image formation, and can suppress the incidence of the light to a flange at it to the minimum. Therefore, it becomes possible to suppress generating of the ghost by existence of a flange and the flare. For this reason, it becomes possible to prepare positively the flange which easy-izes the 1-3rd installation and positioning of each lens in a lens periphery according to arrangement of a protection-from-light mask.

[0105]

By using the 1st lens as a glass ingredient, invention according to claim 10 can disregard the refractive-index change at the time of the temperature change of the 1st lens, and becomes possible [suppressing small the image point location fluctuation at the time of the temperature change in the image pick-up lens whole system].

Furthermore, since the 2nd and 3rd lens is used as plastic material, it also becomes possible to really design freely the configuration of the flange of an image pick-up lens effective diameter outside with shaping. Temporarily, when fitting of the flange of each lens to mutual is enabled, the structure which can make the optical axis of two or more lenses easily in agreement can be taken. Furthermore, when a flange considers as the structure of specifying each lens spacing, a spacer is made unnecessary and it becomes possible to aim at improvement in productivity by mitigation of components mark.

Moreover, since plastic material is formed for a lens, it becomes possible to form the aspheric surface in a lens easily, and it becomes possible to perform aberration amendment easily.

Therefore, it becomes possible to realize formation of small lightweight which is the effectiveness which plastic material brings about, and low cost-ization, after reducing

the effect by plastic material.

Moreover, it is possible for it not to be necessary to expose the plastic lens which is easy to get damaged, and to aim at improvement in maintainability by making the 1st lens into a glass lens.

[0106]

Invention according to claim 11 becomes possible [setting up the synthetic focal distance of a plastic lens greatly, suppressing total of refractive power small, and suppressing small the image point location fluctuation at the time of a temperature change] by setting up so that conditional expression (6) may be filled.

[0107]

In invention according to claim 12, it becomes possible to also acquire the advantage of a plastic lens, controlling ununiformity-ization of the refractive index by rapid humidity, and maintaining the better image formation engine performance about the 2nd and 3rd lens, when saturation water absorption uses 0.7% or less of plastic material.

[0108]

Since invention according to claim 13 arranges the protection-from-light mask which regulates an ambient light bundle at one [at least] spacing of spacing of the 1st to 2nd lenses, or spacing of the 2nd to 3rd lenses, even if it is the case where a flange is prepared in either of the 2nd and 3rd lens of the above at the periphery section, it becomes possible [suppressing generating of the ghost by existence of the flange concerned and the flare]. For this reason, it becomes possible to prepare positively the flange which easy-izes installation and positioning of the 2nd and 3rd lens in a lens periphery according to arrangement of a protection-from-light mask.

[0109]

According to invention according to claim 14, it is possible to offer image pick-up equipment equipped with advantages, such as high-definition[a miniaturization, lightweight-izing, and]-izing, by carrying the image pick-up lens which can realize each effectiveness mentioned above.

[0110]

According to invention according to claim 15, it is possible to offer an image pick-up unit equipped with advantages, such as high-definition[a miniaturization, lightweight-izing, and]-izing, by carrying the image pick-up lens which can realize each effectiveness mentioned above.

[0111]

It is possible to offer the personal digital assistant in which a high definition image pick-up is possible, attaining miniaturization and lightweight-ization by carrying the

image pick-up unit which can realize each effectiveness mentioned above according to invention according to claim 16.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view of the operation gestalt slack image pick-up unit of invention.

[Drawing 2] The sectional view in a cross section including the optical axis of each lens of the operation gestalt slack image pick-up lens unit of this invention is shown.

[Drawing 3] The front view of the portable telephone with which drawing 3 (A) applied the image pick-up unit, and drawing 3 (B) show the rear view of the portable telephone which applied the image pick-up unit.

[Drawing 4] It is the control-block Fig. of the portable telephone of drawing 3.

[Drawing 5] It is the explanatory view showing lens arrangement of an example 1.

[Drawing 6] It is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 1.

[Drawing 7] It is the explanatory view showing image pick-up lens arrangement of an example 2.

[Drawing 8] It is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 2.

[Drawing 9] It is the explanatory view showing image pick-up lens arrangement of an example 3.

[Drawing 10] It is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 3.

[Drawing 11] It is the explanatory view showing image pick-up lens arrangement of an example 4.

[Drawing 12] It is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 4.

[Drawing 13] It is the explanatory view showing image pick-up lens arrangement of an example 5.

[Drawing 14] It is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 5.

[Drawing 15] It is the explanatory view showing image pick-up lens arrangement of an example 6.

[Drawing 16] It is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 6.

[Drawing 17] It is the explanatory view showing image pick-up lens arrangement of an example 7.

[Drawing 18] It is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 7.

[Description of Notations]

10 Image Pick-up Optical System (Image Pick-up Lens)

50 Image Pick-up Unit

100 Portable Telephone (Personal Digital Assistant)

L1 The 1st lens

L2 The 2nd lens

L3 The 3rd lens

S Aperture diaphragm

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view of the operation gestalt slack image pick-up unit of invention.

[Drawing 2] The sectional view in a cross section including the optical axis of each lens of the operation gestalt slack image pick-up lens unit of this invention is shown.

[Drawing 3] The front view of the portable telephone with which drawing 3 (A) applied the image pick-up unit, and drawing 3 (B) show the rear view of the portable telephone which applied the image pick-up unit.

[Drawing 4] It is the control block Fig. of the portable telephone of drawing 3.

[Drawing 5] It is the explanatory view showing lens arrangement of an example 1.

[Drawing 6] It is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 1.

[Drawing 7] It is the explanatory view showing image pick-up lens arrangement of an example 2.

[Drawing 8] It is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 2.

[Drawing 9] It is the explanatory view showing image pick-up lens arrangement of an example 3.

[Drawing 10] It is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 3.

[Drawing 11] It is the explanatory view showing image pick-up lens arrangement of an example 4.

[Drawing 12] It is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 4.

[Drawing 13] It is the explanatory view showing image pick-up lens arrangement of an example 5.

[Drawing 14] It is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 5.

[Drawing 15] It is the explanatory view showing image pick-up lens arrangement of an example 6.

[Drawing 16] It is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 6.

[Drawing 17] It is the explanatory view showing image pick-up lens arrangement of an example 7.

[Drawing 18] It is the aberration Fig. (spherical aberration, astigmatism, distortion aberration, meridional comatic aberration) of an example 7.

[Description of Notations]

10 Image Pick-up Optical System (Image Pick-up Lens)

50 Image Pick-up Unit

100 Portable Telephone (Personal Digital Assistant)

L1 The 1st lens

L2 The 2nd lens

L3 The 3rd lens

S Aperture diaphragm

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-4566

(P2004-4566A)

(43) 公開日 平成16年1月8日 (2004.1.8)

(51) Int. Cl.⁷G02B 13/00
G02B 13/18
H04N 5/225

F1

G02B 13/00
G02B 13/18
H04N 5/225

テーマコード (参考)

2H087
5C022

D

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2003-42787 (P2003-42787)
 (22) 出願日 平成15年2月20日 (2003.2.20)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-83880 (P2002-83880)
 (32) 優先日 平成14年3月25日 (2002.3.25)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000001270
 コニカミノルタホールディングス株式会社
 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号

(74) 代理人 100090033
 弁理士 荒船 博司

(72) 発明者 山口 進
 東京都八王子市石川町2970番地 コニ
 カ株式会社内

(72) 発明者 佐藤 裕志
 東京都八王子市石川町2970番地 コニ
 カ株式会社内

Fターム(参考) 2H087 KA03 PA03 PA17 PB03 QA02
 QA06 QA14 QA22 QA25 QA32
 QA42 QA45 RA05 RA12 RA13
 RA34 RA43 UA01
 5C022 AA12 AA13 AC42 AC54

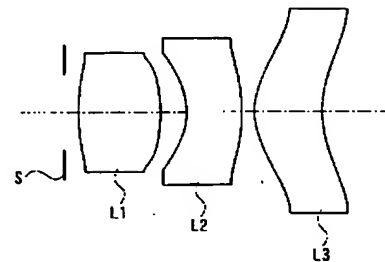
(54) 【発明の名称】 撮像レンズ、これを備える撮像装置、撮像ユニット及び撮像ユニットを備える携帯端末

(57) 【要約】

【課題】 従来より小型で、諸収差を良好に補正した撮像レンズを提供する

【解決手段】 物体側から順に、開口絞りS、正の屈折力を有する両凸形状の第1レンズL1、負の屈折力を有し、物体側に凹面を向けた第2レンズL2、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第3レンズL3を配置した、という構成を採っている。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、開口絞り、正の屈折力を有する両凸形状の第 1 レンズ、負の屈折力を有し、前記物体側に凹面を向けた第 2 レンズ、前記物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第 3 レンズを配置したことを特徴とする撮像レンズ。

【請求項 2】

前記第 3 レンズは正の屈折力を有することを特徴とする請求項 1 記載の撮像レンズ。

【請求項 3】

前記第 1 レンズ、第 2 レンズ、第 3 レンズのいずれもが、少なくともいずれか一方の面に非球面を有していることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の撮像レンズ。

10

【請求項 4】

前記開口絞りから像側焦点までの光軸上の距離を L 、有効画面对角線長を $2Y$ 、前記第 1 レンズの焦点距離を f_1 、前記第 3 レンズの焦点距離を f_3 、撮像レンズ全系の焦点距離を f としたときに、下記の (1) ~ (3) の条件式を満たすことを特徴とする請求項 1、2 又は 3 記載の撮像レンズ。

$$L / 2Y < 1.50 \quad (1)$$

$$0.50 < f_1 / f < 0.95 \quad (2)$$

$$1.00 < f_3 / f < 1.40 \quad (3)$$

【請求項 5】

前記第 2 レンズの d 線に対する屈折率を N_2 、前記第 2 レンズの物体側面の曲率半径を R_3 、撮像レンズ全系の焦点距離を f としたときに、下記の (4) の条件式を満たすことを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 記載の撮像レンズ。

20

$$-0.60 < R_3 / \{ (N_2 - 1) \cdot f \} < -0.20 \quad (4)$$

【請求項 6】

前記第 1 レンズのアッベ数を v_1 、前記第 2 レンズのアッベ数を v_2 としたときに、下記の (5) の条件式を満たすことを特徴とする請求項 1、2、3、4 又は 5 記載の撮像レンズ。

$$25 < v_1 - v_2 \quad (5)$$

【請求項 7】

前記第 1、第 2、第 3 レンズはいずれもプラスチック材料から形成されていることを特徴とする、請求項 1、2、3、4、5 又は 6 記載の撮像レンズ。

30

【請求項 8】

前記第 1、第 2、第 3 レンズはいずれも飽和吸水率 0.7% 以下のプラスチック材料から形成されていることを特徴とする、請求項 7 記載の撮像レンズ。

【請求項 9】

前記第 1 レンズと第 2 レンズの間隔、或いは第 2 レンズと第 3 レンズの間隔の、少なくとも一方の間隔に、周辺光束を規制する遮光マスクを配置したことを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の撮像レンズ。

【請求項 10】

前記第 1 レンズはガラス材料からなり、

40

前記第 2、第 3 レンズはいずれもプラスチック材料から形成されていることを特徴とする、請求項 1、2、3、4、5 又は 6 記載の撮像レンズ。

【請求項 11】

前記第 2、第 3 レンズの合成焦点距離を f_{23} 、撮像レンズ全系の焦点距離を f としたときに、下記の (6) の条件式を満たすことを特徴とする請求項 10 記載の撮像レンズ。

$$f / |f_{23}| < 0.4 \quad (6)$$

【請求項 12】

前記第 2、第 3 レンズはいずれも飽和吸水率 0.7% 以下のプラスチック材料から形成されていることを特徴とする、請求項 10 又は 11 記載の撮像レンズ。

【請求項 13】

50

前記第1レンズと第2レンズの間隔、或いは第2レンズと第3レンズの間隔の、少なくとも一方の間隔に、周辺光束を規制する遮光マスクを配置したことを特徴とする請求項10、11又は12記載の撮像レンズ。

【請求項14】

光電変換部を有する固体撮像素子と、

前記固体撮像素子の前記光電変換部に被写体像を結像させるための、請求項1から13のいずれか一項記載の撮像レンズとを備えることを特徴とする撮像装置。

【請求項15】

光電変換部を有する固体撮像素子と、

前記固体撮像素子の前記光電変換部に被写体像を結像させるための、請求項1から13のいずれか一項記載の撮像レンズと、

前記固体撮像素子を保持すると共に電気信号の送受を行う外部接続用端子を有する基板と

、物体側からの光入射用の開口部を有し遮光部材からなる筐体と、が一体的に形成された撮像ユニットであって、

前記撮像ユニットの前記撮像レンズ光軸方向の高さが10 [mm] 以下であることを特徴とする撮像ユニット。

【請求項16】

請求項15記載の撮像ユニットを備えることを特徴とする携帯端末。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、CCD型イメージセンサやCMOS型イメージセンサ等の固体撮像素子の光学系として好適な撮像レンズとこれを備える撮像装置、撮像ユニット及び携帯端末に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、CCD (Charged Coupled Device) 型イメージセンサあるいはCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 型イメージセンサ等の固体撮像素子を用いた撮像装置の高性能化、小型化に伴い、撮像装置を備えた携帯電話やパーソナルコンピューターが普及しつつある。

そして、これら携帯電話やパーソナルコンピューターの小型化或いは機能の増加による高密度化に伴い、これらの撮像装置の小型化を図るために当該撮像装置に搭載される撮像レンズへのさらなる小型化への要求が高まっている。

【0003】

このような小型の撮像装置用の撮像レンズとして、1枚あるいは2枚構成の撮像レンズに比べ高性能化が可能という理由から、近年では、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ、負の屈折力を有する第2レンズ、正の屈折力を有する第3レンズを配置した3枚構成の撮像レンズが一般的となりつつある。このような、いわゆるトリプレットタイプの撮像レンズは、特許文献1に開示されている。

【0004】

【特許文献1】

特開2001-75006号公報 (第1図)

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献1に記載されているタイプの撮像レンズは、広い画角を確保しながら諸収差が良好に補正されたタイプではあるが、その一方では撮像レンズ全長 (撮像レンズ全長の最も物体側の面から像側焦点までの距離、但し、最も物体側に開口絞りが配置される撮像レンズにおいては、開口絞りから像側焦点までの距離をいう) の小型化には向いていなかった。

10

20

30

40

50

本発明はこのような問題点に鑑み、従来タイプより小型でありながらも、諸収差を良好に補正した、トリプレットタイプの撮像レンズを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

請求項1記載の発明は、物体側から順に、開口絞り、正の屈折力を有する両凸形状の第1レンズ、負の屈折力を有し、物体側に凹面を向けた第2レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の第3レンズを配置する、という構成を採っている。

【0007】

上記構成は、最も物体側に開口絞りを配置していることから射出瞳位置を像面から遠ざけることができる。射出瞳が像面から遠くなると、レンズ最終面を射出した光束の主光線が固体撮像素子に垂直に近い角度で入射するようになり、即ちテレセントリック特性を良好に確保でき、画面周辺部におけるシェーディング現象を軽減することができる。

また、上述の撮像レンズの基本構成は、正の第1レンズおよび負の第2レンズ、および第3レンズからなる。また、比較的屈折力の大きい正の両凸形状の第1レンズと、負の第2レンズとを前方に配置することで、テレフォトタイプに近い構成とし、撮像レンズ全長の短縮化を図っている。

【0008】

請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明と同様の構成を備えると共に、第3レンズは正の屈折力を有する、という構成を採っている。かかる構成により、物体側から順に正の第1レンズ、負の第2レンズ、正の第3レンズが並び、いわゆるトリプレットタイプを構成することとなる。

【0009】

請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載の発明と同様の構成を備えると共に、第1レンズ、第2レンズ、第3レンズのいずれもが、少なくともいずれか一方の面に非球面を有する、という構成を採っている。

【0010】

上記構成にあっては、正の第1レンズに非球面を用いた場合、これにより、球面収差、コマ収差の補正が行われ、負の第2レンズに非球面を用いた場合、これにより、コマ収差、非点収差の補正が行われる。また、正の第3レンズは、最も像面に近接した位置に配置されていることから軸上光線と周辺光線で通過高さに差を生じることを利用し、非球面を用いて光軸から離れた画面周辺部の諸収差の補正を行いうる。

【0011】

請求項4記載の発明は、請求項1、2又は3記載の発明と同様の構成を備えると共に、開口絞りから像側焦点までの光軸上の距離を L 、有効画面对角線長を $2Y$ 、第1レンズの焦点距離を f_1 、第3レンズの焦点距離を f_3 、撮像レンズ全系の焦点距離を f としたときに、下記の(1)～(3)の条件式を満たす、という構成を採っている。

$$L/2Y < 1.50 \quad (1)$$

$$0.50 < f_1/f < 0.95 \quad (2)$$

$$1.00 < f_3/f < 1.40 \quad (3)$$

【0012】

上記構成における条件式(1)は撮像レンズ全長を規定し、小型化を達成するための条件である。式(1)における上限値を下回ることによって、撮像レンズ全長を短くでき相乗的に撮像レンズ外径も小さくできる。なお、条件式(1)の計算に用いる L は、開口絞りから像側焦点までの距離であるが、像側焦点とは撮像レンズに光軸と平行な平行光線が入射した場合の像点をいう。また、第3レンズの像側面から像側焦点までの間にローパスフィルタ等の平行平板形状の光学部材が配置された場合には、これを空気換算距離に直した上で(1)式を満たす場合を含むものとする。

【0013】

さらに、条件式(2)は、正の第1レンズの屈折力を規定するものである。式(2)における下限値を上回ることによって、第1レンズの正の屈折力の過度の増大を回避し、また極端に

10

20

30

40

50

小さな曲率半径にはならない。一方、上限値を下回ること、第1レンズの正の屈折力の過度の低下を回避し、撮像レンズ全長の小型化に有利となる。

【0014】

条件式(3)は、正の第3レンズの屈折力を規定するものである。式(3)における下限値を上回ること、第3レンズの正の屈折力過度の増大を回避し、第1レンズとの正の屈折力配分が適切となる(本発明においては $f_1 < f_3$ がより好ましい)。一方、上限値を下回ること、第3レンズの正の屈折力の過度の低下を回避する。

【0015】

請求項5記載の発明は、請求項1, 2, 3又は4記載の発明と同様の構成を備えると共に、第2レンズのd線に対する屈折率を N_2 、第2レンズの物体側面の曲率半径を R_3 、撮像レンズ全系の焦点距離を f としたときに、下記の(4)の条件式を満たす、という構成を採っている。

10

$$-0.60 < R_3 / ((N_2 - 1) \cdot f) < -0.20 \quad (4)$$

【0016】

上記構成における条件式(4)は、第2レンズの物体面側の、負の屈折力を適切に設定することにより、像面湾曲の補正を容易にし、像面を平坦にするための条件である(ここで、第2レンズ物体側面の焦点距離は、曲率半径(R_3)と第2レンズの屈折力(N_2)を用いて $R_3 / (N_2 - 1)$ で計算されるため、条件式(4)は第2レンズ物体面側の焦点距離と、撮像レンズ全系の焦点距離の比を表す式である)。

下限を上回ること、第2レンズ物体面側の負の屈折力が必要以上に大きくなりすぎず、軸外光束のコマフレアの発生を抑えることができ、良好な画質が得られる。一方、上限を下回ること、第2レンズ物体面側の負の屈折力を維持できるため、正のペッツバル和が減少し、像面湾曲の補正が容易になる。さらに、正の第1レンズで発生する球面収差やコマ収差を良好に補正することができる。

20

【0017】

請求項6記載の発明は、請求項1, 2, 3, 4又は5記載の発明と同様の構成を備えると共に、第1レンズのアッベ数を v_1 、第2レンズのアッベ数を v_2 としたときに、

$$25 < v_1 - v_2 \quad (5)$$

を満たす、という構成を採っている。

【0018】

上記構成における条件式(5)は、正の第1レンズと負の第2レンズでの色収差補正の条件であり、その下限値を上回る設定とすることで、軸上色収差、倍率色収差の補正を行う。

30

【0019】

請求項7記載の発明は、請求項1, 2, 3, 4, 5又は6記載の発明と同様の構成を備えると共に、第1, 第2, 第3レンズはいずれもプラスチック材料から形成されている、という構成を採っている。ここで、プラスチック材料から形成するとは、プラスチック材料を母材としてその表面に反射防止や表面硬度向上を目的としたコーティング処理を行った場合を含むものとする。以下の記載も全て同様とする。

【0020】

曲率半径や外径の小さな撮像レンズの生産に際しては、ガラスに比して、プラスチックの方が射出成形等の製造方法を用いることにより、量産に向いている。従って、上記構成では、第1レンズ、第2レンズ、第3レンズ全てをプラスチックレンズで構成している。

40

ここで、小径レンズであっても比較的容易に製造できるレンズとして、ガラスモールドレンズの採用も考えられるが、プラスチックレンズの方が製造コストを抑えた大量生産に向いているといえる。

【0021】

請求項8記載の発明は、請求項7記載の発明と同様の構成を備えると共に、第1, 第2, 第3レンズをいずれも飽和吸水率0.7%以下のプラスチック材料から形成する、という構成を採っている。

50

プラスチックレンズはガラスレンズに比べ、飽和吸水率が大きいいため、急激な湿度変化があると過渡的に吸水量の不均一分布が発生し、屈折率が均一にならず良好な結像性能が得られなくなる傾向にある。そこでその原因となる飽和吸水率が少ないプラスチックをレンズの材料と使用することにより、湿度変化による性能劣化の解消を図っている。

【0022】

請求項9記載の発明は、請求項7又は8記載の発明と同様の構成を備えると共に、第1レンズと第2レンズの間隔、或いは第2レンズと第3レンズの間隔の、少なくとも一方の間隔に、周辺光束を規制する遮光マスクを配置する、という構成を採っている。

【0023】

一般に、プラスチックレンズは結像に寄与しないフランジ部を外周部に有する形状とすることが容易である。このフランジ部に光が入射すると、ゴーストやフレアの原因となるため、二つのレンズ間隔の少なくとも一方の間隔に、周辺光束を規制する遮光マスクを配置するのがよい。これにより、結像に必要な光束のみを通過させ、且つフランジ部への光の入射を最小限に抑えることができ、結果としてゴーストやフレアの発生を抑えることができる。なお、ここでいう遮光マスクとは、中央部に光透過用の開口を有する遮光性部材に限定されず、例えば、レンズのフランジ部に遮光塗料を塗布することにより形成されるものも含むものとする。また、上記遮光部材を使用する場合にあっては、全体形状についてはシート状部材に限定されるものではない。以下の記載も全て同様とする。

10

【0024】

請求項10記載の発明は、請求項1, 2, 3, 4, 5又は6記載の発明と同様の構成を備えると共に、第1レンズはガラス材料からなり、第2, 第3レンズはいずれもプラスチック材料から形成されている、という構成を採っている。

20

【0025】

撮像レンズを構成するレンズを、射出成形により製造されるプラスチックレンズで構成すると、撮像レンズの小型軽量化と低コスト化には有利である。しかしながら、プラスチック材料は温度変化時の屈折率変化が大きいいため、全てのレンズをプラスチックレンズで構成すると、温度により撮像レンズ全体の像点位置が変動してしまうという欠点を抱えている。

このような温度変化による像点位置の変動は、画素数の多い固体撮像素子を搭載し、かつオートフォーカス機構を持ち合わせていない撮像装置（いわゆるパンフォーカス方式の撮像装置）において特に問題となる。画素数の多い固体撮像素子であれば画素ピッチが小さく、画素ピッチに比例する焦点深度が狭くなるため、像点位置変動の許容幅が狭くなる。また、パンフォーカス方式の撮像装置は、もともと基準距離として数十cmの被写体にピントを合わせ、無限遠方から至近距離を被写界深度でカバーする方式である。従って、無限遠方や至近距離の被写体の画質は、基準距離の被写体の画質にくらべ若干量ピントのぼけた画像になっているため、温度変化時に像点位置変動が生ずると、無限遠方または至近距離の画質が極端に劣化するため好ましくない。

30

【0026】

本発明の構成では、正の第1レンズをガラス材料にて形成し、負の第2レンズ、正の第3レンズをプラスチック材料にて形成している。比較的正の屈折力の大きい第1レンズをガラスレンズとすることで、第1レンズの温度変化時の屈折率変化が無視でき、撮像レンズ全系での温度変化時の像点位置変動を小さく抑えることが可能な構成となる。

40

また、第1レンズをガラスレンズとすることで、傷つきやすいプラスチックレンズを露出させる必要がなく、好ましい構成である。

ここで、第1レンズにガラスモールドレンズを採用する場合、一般にガラス転移点（ T_g ）が高いガラスではモールドプレスを行う際のプレス温度を高く設定する必要があり、成形金型に消耗が生じやすい。その結果、成形金型の交換回数やメンテナンス回数が増加し、コストアップにつながってしまう。従って、ガラスモールドレンズを採用する場合には、 T_g が400[℃]以下のガラス材料を使用するのが望ましい。

【0027】

50

請求項 11 記載の発明は、請求項 10 記載の発明と同様の構成を備えると共に、第 2、第 3 レンズの合成焦点距離を f_{23} 、撮像レンズ全系の焦点距離を f としたときに、下記の (6) の条件式を満たす、という構成を採っている。

$$f / |f_{23}| < 0.4 \quad (6)$$

【0028】

条件式 (6) は、プラスチックから形成された第 2、第 3 レンズの合成焦点距離を規定するものである。条件式を満たすように合成焦点距離を大きくすることで、温度変化時のプラスチックレンズの像点位置変動への寄与を、負の第 2 レンズと正の第 3 レンズで相殺させることが可能となり、温度変化時の像点位置変動を小さく抑えることができる。

【0029】

請求項 12 記載の発明は、請求項 10 又は 11 記載の発明と同様の構成を備えると共に、第 2、第 3 レンズはいずれも飽和吸水率 0.7% 以下のプラスチック材料から形成されている、という構成を採っている。

上記構成では、飽和吸水率が少ないプラスチックをレンズの材料と使用することにより、急激な湿度変化による吸水量の不均一分布を抑制し、屈折率の均一化を図っている。

【0030】

請求項 13 記載の発明は、請求項 10、11 又は 12 記載の発明と同様の構成を備えると共に、第 1 レンズと第 2 レンズの間隔、或いは第 2 レンズと第 3 レンズの間隔の、少なくとも一方の間隔に、周辺光束を規制する遮光マスクを配置する、という構成を採っている。

上述のように、遮光マスクを設ける構成とすることで、周辺光束を規制して結像に必要な光束のみを通過させるので、プラスチック材料で形成された第 2、第 3 レンズにフランジ部を設けても、当該フランジ部への光の入射を最小限に抑えることができ、結果としてゴーストやフレアの発生を抑えることができる。

【0031】

請求項 14 記載の発明は、光電変換部を有する固体撮像素子と、固体撮像素子の光電変換部に被写体像を結像させるための、請求項 1 から 13 のいずれか一項記載の撮像レンズとを備える、という構成を採っている。

上記構成では、前述した各請求項記載の撮像レンズを搭載することにより、前述した小型化、軽量化、高画質化等の利点を備える撮像装置を実現する。

なお、ここで撮像装置は、撮像を主目的とするカメラの他に、撮像機能を備える例えば携帯電話、PDA 等の携帯端末のような電子機器も含まれるものとする。

【0032】

請求項 15 記載の発明は、光電変換部を有する固体撮像素子と、固体撮像素子の光電変換部に被写体像を結像させるための、請求項 1 から 13 のいずれか一項記載の撮像レンズと、固体撮像素子を保持すると共に電気信号の送受を行う外部接続用端子を有する基板と、物体側からの光入射用の開口部を有し遮光部材からなる筐体と、が一体的に形成された撮像ユニットであって、撮像ユニットの撮像レンズ光軸方向の高さが 10 [mm] 以下である、という構成を採っている。

【0033】

上記構成では、請求項 1 ～ 13 記載のいずれか一の撮像レンズを用いることで、より小型化且つ高画質化等の利点を備える撮像ユニットを得ることができる。

なお、「光入射用の開口部」とは、必ずしも孔等の空間を形成するものに限らず、物体側からの入射光を透過可能な領域が形成された部分を指すものとする。

また、「撮像ユニットの撮像レンズの光軸方向長さが 10 [mm] 以下」とは、上記全ての構成を備えた撮像ユニットの光軸方向に沿った全長を意味するものとする。従って、例えば、基板の表の面上に筐体が設けられ、基板の背面に電子部品等が実装された場合であっても、筐体の物体側となる先端部から背面上で突出する電子部品の先端部までの距離が 10 [mm] 以下となることを想定する。

【0034】

10

20

30

40

50

請求項 16 記載の発明は、請求項 15 記載の撮像ユニットを備える、という構成を採っている。

上記構成では、前述した請求項 15 記載の撮像ユニットを搭載することにより、前述した小型化、軽量化を図ると共に、高画質の撮像が可能な携帯端末を実現する。

【0035】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態を図 1、2 に基づいて説明する。図 1 は本実施形態たる撮像ユニット 50 の斜視図を示し、図 2 は撮像ユニット 50 の撮像光学系の光軸に沿った断面図である。上記撮像ユニット 50 は、光電変換部 51a を有する固体撮像素子としての CMOS 型イメージセンサ 51 と、このイメージセンサ 51 の光電変換部 51a に被写体像を撮像させる撮像レンズとしての撮像光学系 10 と、イメージセンサ 51 を保持すると共にその電気信号の送受を行う外部接続用端子 54 を有する基板 52 と、物体側からの光入射用の開口部を有し遮光部材からなる鏡筒としての筐体 53 とを備え、これらが一体的に形成されている。 10

【0036】

上記イメージセンサ 51 は、その受光側の平面の中央部に、画素（光電変換素子）が 2 次元的に配置された、受光部としての光電変換部 51a が形成されており、その周囲には信号処理回路 51b が形成されている。かかる信号処理回路は、各画素を順次駆動し信号電荷を得る駆動回路部と、各信号電荷をデジタル信号に変換する A/D 変換部と、このデジタル信号を用いて画像信号出力を形成する信号処理部等から構成されている。また、イメージセンサ 51 の受光側の平面の外縁近傍には、多数のパッド（図示略）が配置されており、ワイヤ W を介して基板 52 に接続されている。イメージセンサ 51 は、光電変換部 51a からの信号電荷をデジタル YUV 信号等の画像信号等に変換し、ワイヤ W を介して基板 52 上の所定の回路に出力する。ここで、Y は輝度信号、U (= R - Y) は赤と輝度との色差信号、V (= B - Y) は青と輝度信号との色差信号である。 20

なお、撮像素子は上記 CMOS 型のイメージセンサに限定されるものではなく、CCD 等の他のものを使用しても良い。

【0037】

基板 52 は、その一平面上で上記イメージセンサ 51 及び筐体 53 を支持する支持平板 52a と、支持平板 52a の背面（イメージセンサ 51 と反対側の面）にその一端部が接続されたフレキシブル基板 52b とを備えている。 30

支持平板 52a は、表裏面に設けられた多数の信号伝達用パッドを有しており、その一平面側で前述したイメージセンサ 51 のワイヤ W と接続され、背面側でフレキシブル基板 52b と接続されている。

フレキシブル基板 52b は、上記の如くその一端部が支持平板 52a と接続され、その他端部に設けられた外部出力端子 54 を介して支持平板 52a と外部回路（例えば、撮像ユニットを実装した上位装置が有する制御回路）とを接続し、外部回路からイメージセンサ 51 を駆動するための電圧やクロック信号の供給を受けたり、また、デジタル YUV 信号を外部回路へ出力したりすることを可能とする。さらに、フレキシブル基板 52b の長手方向の中間部が可撓性又は変形性を備え、その変形により、支持平板 52a に対して外部出力端子の向きや配置に自由度を与えている。 40

【0038】

次に、筐体 53 及び撮像光学系 10 について説明する。筐体 53 は、基板 52 の支持平板 52a におけるイメージセンサ 51 が設けられた平面上に当該イメージセンサ 51 をその内側に格納した状態で接着により固定装備されている。そして、撮像光学系 10 は筐体 53 の内部に格納保持されている。かかる筐体 53 は、支持平板 52a 上においてイメージセンサ 51 を囲むように接着により固定装備された筒体 55 と、後述する撮像光学系 10 の第 1 レンズ L1、第 2 レンズ L2、第 3 レンズ L3 を格納支持する鏡筒 21 とを備えている。

そして、鏡筒 21 は筒体 55 の内側に螺入されて、これら相互間の連結状態を形成してい 50

る。また、鏡筒 21 は、イメージセンサ 51 側の端部が広く開口されると共に他端部は開口が設けられた有底の筒状体から形成されており、その開口が設けられた端部を物体側に向けて使用される。この鏡筒 21 の開口は、撮像光学系 10 の構成の一部であると共に撮像レンズ全系の F ナンバーを決定する開口絞り S を構成している。

【0039】

図 2 に示すように、撮像光学系 10 は、物体側からの赤外線の入射を防ぐ I R (赤外線) カットフィルタ 23 と、この I R カットフィルタ 23 よりもさらに物体側に配置された外部遮光マスク 26 と、物体側から絞り S、第 1 レンズ L1、第 2 レンズ L2、第 3 レンズ L3 の順に配置された撮像レンズと、鏡筒 21 内に各レンズ L1、L2、L3 を固定するレンズ押さえ 22 とを有している。

10

この撮像光学系 10 は、絞り S 及び各レンズ L1、L2、L3 を光学系として、CCD 等の固体撮像素子に対して被写体像の結像を行うためのものである。なお、図 1 では上側を物体側、下側を像側としており、図 2 における一点鎖線を各レンズ L1、L2、L3 の共通する光軸とする。

【0040】

上記 I R カットフィルタ 23 は矩形状に形成され、鏡筒 21 の物体側端面上において接着により保持されている。なお、I R カットフィルタ 23 についてはその形状が円形であっても良い。

また、外部遮光マスク 26 は、I R カットフィルタ 23 のさらに物体側において鏡筒 21 の物体側端面上に接着により固定されている。かかる外部遮光マスク 26 は光遮蔽板であって、その中央部に外光が通過可能な開口が設けられ、外部からの不要光の入射をできるだけ少なくするために設けられている。

20

【0041】

鏡筒 21 の内部には、当該鏡筒 21 の中心線と各レンズ L1、L2、L3 の光軸とが一致した状態で当該各レンズ L1、L2、L3 が収容されている。かかる鏡筒 21 の内部は、物体側の端部からイメージセンサ側の端部に向かうに従って、その内径が三段階で徐々に大きくなるように設定されている。

【0042】

一方、各レンズ L1、L2、L3 はいずれも、その中心から所定範囲までが撮像レンズとしての機能を有する有効径の範囲に設定され、それよりも外側の部分は撮像レンズとして機能しないフランジ部に設定されている（各レンズ L1、L2、L3 におけるハッチングで示した部位）。そして、鏡筒 21 の物体側端部側の最も内径が小さい部位は、第 1 レンズ L1 のフランジ部の外周がはめ込み可能に設定されている。従って、かかる構造により鏡筒 21 の内部で第 1 レンズ L1 は保持される。

30

【0043】

さらに、第 1 レンズ L1 のフランジ部であって、第 2 レンズ L2 との対向面上に円形の凹部が形成されている。これに対応して第 2 レンズ L2 のフランジ部であって第 1 レンズ L1 との対向面上には第 1 レンズ L1 の凹部にはめ込み可能な凸部が形成されている。そして、この凹部に凸部をはめ込んだ状態で第 1 レンズ L1 と第 2 レンズ L2 とは相互の光軸を精度よく一致させることができる。

40

【0044】

さらに、第 3 レンズ L3 のフランジ部の外径は、第 2 レンズ L2 のフランジ部の外径よりも大きく設定されており、第 3 レンズ L3 のフランジ部であって、第 2 レンズ L2 との対向面上に円形の凹部が形成されている。かかる第 3 レンズ L3 の凹部の内径は、第 2 レンズ L2 のフランジ部の外周部がはめ込み可能に設定されている。そして、この凹部に第 2 レンズ L2 をはめ込んだ状態で第 3 レンズ L3 と第 2 レンズ L2 とは相互の光軸を精度よく一致させることができる。

【0045】

このように各レンズ L1、L2、L3 は上述の構造により、光軸を一致させた状態で相互に嵌合する。また、鏡筒 21 は、前述した底面側の最小径の内周部のみで第 1 レンズ L1

50

を支持し、その他の内周部のいずれも各レンズL1、L2、L3に接触しない構造となっている。

【0046】

近年では、撮像装置全体の小型化を目的とし、同じ画素数の固体撮像素子であっても、画素ピッチが小さく、結果として受光部（光電変換部）の画面サイズの小さいものが開発されている。このような画面サイズの小さい固体撮像素子向けの撮像レンズは、同じ面角を確保するためには、全系の焦点距離を短くする必要があるため、各レンズの曲率半径や外径がかなり小さくなってしまふ。従って、研磨加工により製造されるガラスレンズでは加工が困難となる。従って、各レンズL1、L2、L3はいずれもプラスチックを素材として射出成形により形成されていることが望ましい。また、撮像装置として、温度変化時の撮像レンズ全系の像点位置変動を小さく抑えたい場合においては、第1レンズをガラスモールドレンズとすることが望ましい。

10

【0047】

そして、各レンズL1、L2、L3の光軸は、相互の嵌め合い精度に応じて一致させる構造を採っている。従って、各レンズL1、L2、L3は、鏡筒21等の撮像レンズの支持部材の精度に関わりなく、射出成形により可能な精度の範囲で各レンズL1、L2、L3の光軸を容易に一致させることができる構造をとる。さらに、各レンズL1、L2、L3の各凹部及び各凸部の軸方向の精度も射出成形により可能な精度とすることができ、各レンズL1、L2、L3の光軸方向間隔も所定の精度を維持することが可能である。これらのため、光学系の組み立て精度の向上を図ることが可能となる。さらに、組み立て

20

が容易となり、生産性の向上も図っている。

なお、各レンズL1、L2、L3の詳細な仕様は、後述する実施例において複数の具体例を用いて説明する。

【0048】

次に、レンズ押さえ22は、遮光性材料からなるリング状部材であり、その中央部が光の通過が可能なように開口が設けられている。また、レンズ押さえ22はその外径が鏡筒21のイメージセンサ側端部の内径よりもわずかに大きく設定され、各レンズL1、L2、L3を鏡筒21内に格納した状態で鏡筒21内に圧入される。かかるレンズ押さえ22は、各レンズL1、L2、L3に隙間を生じないように移動できなくなるまで鏡筒21の物体側端部に向かって圧入される。そして、鏡筒21とレンズ押さえ22との間に生じる応力に基づく摩擦力により各レンズL1、L2、L3と共に固定状態が維持される。

30

【0049】

なお、レンズ押さえ22は、各レンズL1、L2、L3の軸方向移動を規制可能な状態で鏡筒21に装着できれば良く、その手段は上記の方法に限るものではない。例えば、鏡筒21の外周面とレンズ押さえ22の内周面の互いに相対する位置において、いずれか一方に突起を設け、他方に突起に嵌合する凹部を設けると共に、突起又は凹部が相手側から離れる方向に移動可能に弾性支持されているような連結構造や相互間にネジ溝を設けて螺合により結合させても良い。

【0050】

また、各レンズL1、L2、L3間には、第1の遮光マスク24と、第2の遮光マスク25とが配置されている。第1の遮光マスク24は、第2レンズL2の凸部の軸方向先端面に設けられた光軸を中心とする円形の窪みに配置される。かかる第1の遮光マスク24はリング状を呈しており、その中央穴の内径は、第2レンズL2の物体側の撮像レンズ有効径より若干小さく設定されている。そして、この第1の遮光マスク24は、上記窪みに配置されることにより、その中心線と各レンズL1、L2、L3の光軸とが一致した状態で、第1レンズL1と第2レンズL2との間に保持される。なお、上記窪みの深さは、第1の遮光マスク24の厚さよりもわずかに深く設定されており、第1レンズL1と第2レンズL2との嵌合状態における相互間距離に影響を及ぼさない構造となっている。

40

【0051】

また、第2の遮光マスク25は、第3レンズL3の凹部の内底面に設けられた光軸を中心

50

とする円形の窪みに配置される。かかる第2の遮光マスク25もまたリング状を呈しており、その中央穴の内径は、第2レンズL2の像側の撮像レンズ有効径より若干小さく設定されている。そして、この第2の遮光マスク25は、上記窪みに配置されることにより、その中心線と各レンズL1、L2、L3の光軸とが一致した状態で、第2レンズL2と第3レンズL3との間に保持される。なお、この場合もまた、上記窪みの深さは、第2の遮光マスク25の厚さよりもわずかに深く設定されており、第2レンズL2と第3レンズL3との嵌合状態における相互間距離に影響を及ぼさない構造となっている。

【0052】

上述した絞りSと各遮光マスク24、25との相互の作用により、絞りSから入射した光が各レンズL1、L2、L3の撮像レンズ有効径の外側に入射することを防止し、ゴーストやフレアの発生を抑えることができる。

【0053】

上述した撮像ユニット50の使用態様について説明する。図3は、撮像ユニット50を携帯端末或いは撮像装置としての携帯電話機100に装備した状態を示す。また、図4は携帯電話機100の制御ブロック図である。

撮像ユニット50は、例えば、撮像光学系における筐体53の物体側端面が携帯電話機100の背面（液晶表示部側を正面とする）に設けられ、液晶表示部の下方に相当する位置に配設される。

そして、撮像ユニット50の外部接続端子54は、携帯電話機100の制御部101と接続され、輝度信号や色差信号等の画像信号を制御部101側に出力する。

一方、携帯電話機100は、図4に示すように、各部を統括的に制御すると共に、各処理に応じたプログラムを実行する制御部（CPU）101と、番号等をキーにより支持入力するための入力部60と、所定のデータの他に撮像した映像等を表示する表示部70と、外部サーバとの間の各種情報通信を実現するための無線通信部80と、携帯電話機100のシステムプログラムや各種処理プログラム及び端末ID等の必要な諸データを記憶している記憶部（ROM）91と、制御部101によって実行される各種処理プログラムやデータ、若しくは処理データ、或いは撮像ユニット50により撮像データ等を一時的に格納する作業領域として用いられる及び一時記憶部（RAM）92とを備えている。

そして、撮像ユニット50から入力された画像信号は、上記携帯電話機100の制御系により、記憶部92に記憶されたり、或いは表示部70で表示され、さらには、無線通信部80を介して映像情報として外部に送信される。

【0054】

【実施例】

次に、撮像レンズの仕様について、実施例1～7に基づいて説明するが、各仕様はこれに限定されるものではない。ここで、各実施例に使用する記号は下記の通りである。

f : 焦点距離

f B : バックフォーカス

F : Fナンバー

2 Y : 有効画面对角線長（固体撮像素子の矩形受光面における対角線長）

R : 屈折面の曲率半径

D : 屈折面の間隔

N d : 撮像レンズ材料のd線での屈折率

v d : 撮像レンズ材料のアッベ数

【0055】

また、各実施例において、非球面の形状は、面の頂点を原点とし光軸方向をX軸とした直交座標系において、頂点曲率をC、円錐定数をK、非球面係数をA4、A6、A8、A10、A12として以下の「数1」で表す。

【0056】

【数1】

10

20

30

40

$$X = \frac{Ch^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)C^2h^2}} + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10} + A_{12}h^{12}$$

但し、 $h = \sqrt{Y^2 + Z^2}$

【 0 0 5 7 】

(第 1 実施例)

撮像レンズデータを表 1, 2, 3 に示す。

【 0 0 5 8 】

【 表 1 】

(実施例 1)

$f = 3.560 \text{ mm}$ $fB = 1.617 \text{ mm}$ $F = 2.82$ $2Y = 4.24 \text{ mm}$

| 面番号 | R (mm) | D (mm) | N d | ν d |
|-----|----------|--------|---------|---------|
| 絞り | ∞ | 0.20 | | |
| 1 | 3.052 | 1.24 | 1.53040 | 56.0 |
| 2 | -2.078 | 0.41 | | |
| 3 | -0.892 | 0.82 | 1.58300 | 30.0 |
| 4 | -2.639 | 0.20 | | |
| 5 | 1.280 | 1.00 | 1.53040 | 56.0 |
| 6 | 2.150 | | | |

【 0 0 5 9 】

【 表 2 】

非球面係数

第 1 面

$$\begin{aligned} K &= -1.6816 \\ A_4 &= -1.0491 \times 10^{-2} \\ A_6 &= -3.5682 \times 10^{-2} \\ A_8 &= 2.3898 \times 10^{-2} \\ A_{10} &= -3.9391 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

第 2 面

$$\begin{aligned} K &= 1.1166 \\ A_4 &= 1.6224 \times 10^{-2} \\ A_6 &= 1.9824 \times 10^{-2} \\ A_8 &= -5.5354 \times 10^{-2} \\ A_{10} &= 1.7107 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

第 3 面

$$\begin{aligned} K &= -3.2715 \\ A_4 &= -2.7322 \times 10^{-2} \\ A_6 &= 7.3636 \times 10^{-2} \\ A_8 &= -5.9771 \times 10^{-2} \\ A_{10} &= -7.7937 \times 10^{-3} \\ A_{12} &= 1.5014 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

第 4 面

$$\begin{aligned} K &= -1.1677 \\ A_4 &= 3.5006 \times 10^{-2} \\ A_6 &= 1.5424 \times 10^{-2} \\ A_8 &= -2.1565 \times 10^{-3} \\ A_{10} &= -2.6532 \times 10^{-3} \\ A_{12} &= 1.1001 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

第 5 面

$$\begin{aligned} K &= -3.8470 \\ A_4 &= 1.4719 \times 10^{-2} \\ A_6 &= -1.2455 \times 10^{-2} \\ A_8 &= 9.7271 \times 10^{-4} \\ A_{10} &= -1.1216 \times 10^{-4} \\ A_{12} &= 4.4541 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

第 6 面

$$\begin{aligned} K &= -1.2236 \\ A_4 &= -2.3884 \times 10^{-2} \\ A_6 &= 5.3684 \times 10^{-4} \\ A_8 &= -3.2130 \times 10^{-3} \\ A_{10} &= 9.0104 \times 10^{-4} \\ A_{12} &= -7.7247 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

10

20

30

40

【 0 0 6 0 】

【 表 3 】

| | 実施例 1 |
|---------------------------------|-------|
| (1) $L/2Y$ | 1.30 |
| (2) f_1/f | 0.71 |
| (3) f_3/f | 1.20 |
| (4) $R_3 / ((N_2 - 1) \cdot f)$ | -0.43 |
| (5) $\nu_1 - \nu_2$ | 26.0 |

10

【0061】

図5は第1実施例の撮像レンズ配置を示す説明図である。図中L1は第1レンズ、L2は第2レンズ、L3は第3レンズ、Sは開口絞りを示す。図6は実施例1の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差）である。

第1レンズL1および第3レンズL3は、ポリオレフィン系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.01%以下である。また、第2レンズL2はポリカーボネイト系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.4%である。

20

【0062】

（実施例2）

撮像レンズデータを表4、5、6に示す。

【0063】

【表4】

（実施例2）

$f=3.560\text{ mm}$ $f_B=1.608\text{ mm}$ $F=2.82$ $2Y=4.24\text{ mm}$

| 面番号 | R (mm) | D (mm) | Nd | ν_d |
|-----|----------|--------|---------|---------|
| 絞り | ∞ | 0.20 | | |
| 1 | 2.935 | 1.24 | 1.49700 | 56.0 |
| 2 | -1.927 | 0.42 | | |
| 3 | -0.886 | 0.82 | 1.58300 | 30.0 |
| 4 | -2.596 | 0.20 | | |
| 5 | 1.217 | 1.00 | 1.49700 | 56.0 |
| 6 | 2.107 | | | |

30

40

【0064】

【表5】

非球面係数

第1面

$$\begin{aligned}
 K &= -1.7943 \\
 A4 &= -1.4869 \times 10^{-2} \\
 A6 &= -1.0811 \times 10^{-2} \\
 A8 &= -2.8303 \times 10^{-2} \\
 A10 &= 1.0732 \times 10^{-2}
 \end{aligned}$$

第2面

$$\begin{aligned}
 K &= 1.2219 \\
 A4 &= 4.6746 \times 10^{-2} \\
 A6 &= 1.7599 \times 10^{-2} \\
 A8 &= -5.4338 \times 10^{-2} \\
 A10 &= 2.5193 \times 10^{-2}
 \end{aligned}$$

10

第3面

$$\begin{aligned}
 K &= -3.4812 \\
 A4 &= -2.3751 \times 10^{-2} \\
 A6 &= 7.9632 \times 10^{-2} \\
 A8 &= -5.7217 \times 10^{-2} \\
 A10 &= -8.2616 \times 10^{-3} \\
 A12 &= 1.4117 \times 10^{-2}
 \end{aligned}$$

20

第4面

$$\begin{aligned}
 K &= -1.3161 \\
 A4 &= 3.5093 \times 10^{-2} \\
 A6 &= 1.5006 \times 10^{-2} \\
 A8 &= -2.4508 \times 10^{-3} \\
 A10 &= -2.4750 \times 10^{-3} \\
 A12 &= 1.0270 \times 10^{-3}
 \end{aligned}$$

第5面

$$\begin{aligned}
 K &= -3.6750 \\
 A4 &= 1.5979 \times 10^{-2} \\
 A6 &= -1.1979 \times 10^{-2} \\
 A8 &= 1.0441 \times 10^{-3} \\
 A10 &= -1.2424 \times 10^{-4} \\
 A12 &= -8.4000 \times 10^{-6}
 \end{aligned}$$

30

第6面

$$\begin{aligned}
 K &= -1.0422 \\
 A4 &= -2.3963 \times 10^{-2} \\
 A6 &= 3.5702 \times 10^{-4} \\
 A8 &= -3.2540 \times 10^{-3} \\
 A10 &= 8.9657 \times 10^{-4} \\
 A12 &= -7.7167 \times 10^{-5}
 \end{aligned}$$

40

【0065】

【表6】

| | 実施例 2 |
|---------------------------|-------|
| (1) $L/2Y$ | 1.30 |
| (2) $f1/f$ | 0.71 |
| (3) $f3/f$ | 1.17 |
| (4) $R3/((N2-1) \cdot f)$ | -0.42 |
| (5) $\nu 1 - \nu 2$ | 26.0 |

10

【0066】

図7は実施例2の撮像レンズ配置を示す説明図である。図中L1は第1レンズ、L2は第2レンズ、L3は第3レンズ、Sは開口絞りを示す。図8は実施例1の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差）である。

第1レンズL1および第3レンズL3は、アクリル系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は1.3%である。また、第2レンズL2はポリカーボネイト系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.4%である。

20

【0067】

（実施例3）

レンズデータを表7、8、9に示す。

【0068】

【表7】

（実施例3）

$f=3.676 \text{ mm}$ $fB=0.206 \text{ mm}$ $F=2.82$ $2Y=4.24 \text{ mm}$

30

| 面番号 | R (mm) | D (mm) | Nd | νd |
|-----|----------|--------|---------|---------|
| 絞り | ∞ | 0.20 | | |
| 1 | 2.424 | 1.45 | 1.49700 | 56.0 |
| 2 | -2.712 | 0.38 | | |
| 3 | -1.000 | 0.84 | 1.58300 | 30.0 |
| 4 | -2.768 | 0.12 | | |
| 5 | 1.128 | 0.82 | 1.49700 | 56.0 |
| 6 | 1.693 | 1.00 | | |
| 7 | ∞ | 0.70 | 1.54880 | 67.0 |
| 8 | ∞ | | | |

40

【0069】

【表8】

非球面係数

第 1 面

$$\begin{aligned} K &= 7.64631 \times 10^{-1} \\ A4 &= -7.26845 \times 10^{-3} \\ A6 &= -5.69191 \times 10^{-2} \\ A8 &= 7.54296 \times 10^{-2} \\ A10 &= -4.47161 \times 10^{-2} \\ A12 &= -5.03649 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

第 2 面

$$\begin{aligned} K &= 1.98965 \\ A4 &= 1.79067 \times 10^{-2} \\ A6 &= -2.68448 \times 10^{-3} \\ A8 &= -6.25013 \times 10^{-2} \\ A10 &= 2.87093 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

10

第 3 面

$$\begin{aligned} K &= -4.49258 \\ A4 &= -6.42404 \times 10^{-2} \\ A6 &= 6.50987 \times 10^{-2} \\ A8 &= -6.81812 \times 10^{-2} \\ A10 &= -1.46910 \times 10^{-2} \\ A12 &= 2.26546 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

20

第 4 面

$$\begin{aligned} K &= -3.34513 \times 10^{-1} \\ A4 &= 3.51242 \times 10^{-2} \\ A6 &= 1.14274 \times 10^{-2} \\ A8 &= -2.19831 \times 10^{-3} \\ A10 &= -1.88745 \times 10^{-3} \\ A12 &= 8.06597 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

第 5 面

$$\begin{aligned} K &= -3.31732 \\ A4 &= 1.43480 \times 10^{-2} \\ A6 &= -5.15036 \times 10^{-3} \\ A8 &= -4.56345 \times 10^{-5} \\ A10 &= -3.96209 \times 10^{-4} \\ A12 &= 4.88822 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

30

第 6 面

$$\begin{aligned} K &= -7.81942 \times 10^{-1} \\ A4 &= -5.53581 \times 10^{-2} \\ A6 &= 1.38043 \times 10^{-2} \\ A8 &= -5.21437 \times 10^{-3} \\ A10 &= 4.71073 \times 10^{-4} \\ A12 &= 5.67539 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

40

【 0 0 7 0 】

【 表 9 】

| | 実施例 3 |
|-----------------------------|-------|
| (1) $L/2Y$ | 1.30 |
| (2) f_1/f | 0.77 |
| (3) f_3/f | 1.25 |
| (4) $R_3/((N_2-1) \cdot f)$ | -0.47 |
| (5) $\nu_1-\nu_2$ | 26.0 |

10

【0071】

図9は実施例3の撮像レンズ配置を示す説明図である。図中L1は第1レンズ、L2は第2レンズ、L3は第3レンズ、Sは開口絞りを示す。図10は実施例1の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差）である。

第1レンズL1および第3レンズL3は、アクリル系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は1.3%である。また、第2レンズL2はポリカーボネイト系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.4%である。なお、本実施例は、最も像側に水晶のローパスフィルタ相当の平行平板を配置した設計例である。

20

【0072】

（実施例4）

撮像レンズデータを表10、11、12に示す。

【0073】

【表10】

（実施例4）

$f=4.451\text{ mm}$ $fB=2.078\text{ mm}$ $F=2.82$ $2Y=5.42\text{ mm}$

30

| 面番号 | R (mm) | D (mm) | Nd | ν_d |
|-----|----------|--------|---------|---------|
| 絞り | ∞ | 0.20 | | |
| 1 | 3.796 | 1.50 | 1.53040 | 56.0 |
| 2 | -2.602 | 0.51 | | |
| 3 | -1.115 | 1.00 | 1.58300 | 30.0 |
| 4 | -3.299 | 0.25 | | |
| 5 | 1.592 | 1.20 | 1.53040 | 56.0 |
| 6 | 2.698 | | | |

40

【0074】

【表11】

非球面係数

第1面

$$\begin{aligned}
 K &= -1.7034 \\
 A4 &= -6.3582 \times 10^{-3} \\
 A6 &= -1.2005 \times 10^{-2} \\
 A8 &= 4.6051 \times 10^{-3} \\
 A10 &= -5.7800 \times 10^{-3}
 \end{aligned}$$

第2面

$$\begin{aligned}
 K &= 1.4401 \\
 A4 &= 7.6501 \times 10^{-3} \\
 A6 &= 6.6607 \times 10^{-3} \\
 A8 &= -1.1452 \times 10^{-2} \\
 A10 &= 2.3315 \times 10^{-3}
 \end{aligned}$$

10

第3面

$$\begin{aligned}
 K &= -3.2788 \\
 A4 &= -1.4018 \times 10^{-2} \\
 A6 &= 2.3991 \times 10^{-2} \\
 A8 &= -1.2591 \times 10^{-2} \\
 A10 &= -1.0571 \times 10^{-3} \\
 A12 &= 1.2895 \times 10^{-3}
 \end{aligned}$$

20

第4面

$$\begin{aligned}
 K &= -1.8023 \\
 A4 &= 1.8180 \times 10^{-2} \\
 A6 &= 5.0794 \times 10^{-3} \\
 A8 &= -4.4435 \times 10^{-4} \\
 A10 &= -3.5516 \times 10^{-4} \\
 A12 &= 9.4022 \times 10^{-5}
 \end{aligned}$$

第5面

$$\begin{aligned}
 K &= -3.8573 \\
 A4 &= 7.5242 \times 10^{-3} \\
 A6 &= -4.0947 \times 10^{-3} \\
 A8 &= 1.9966 \times 10^{-4} \\
 A10 &= -1.5656 \times 10^{-5} \\
 A12 &= 5.3691 \times 10^{-7}
 \end{aligned}$$

30

第6面

$$\begin{aligned}
 K &= -1.2933 \\
 A4 &= -1.2226 \times 10^{-2} \\
 A6 &= 1.8232 \times 10^{-4} \\
 A8 &= -6.7207 \times 10^{-4} \\
 A10 &= 1.2108 \times 10^{-4} \\
 A12 &= -6.7354 \times 10^{-6}
 \end{aligned}$$

40

【0075】

【表12】

| | 実施例 4 |
|---------------------------|-------|
| (1) $L/2Y$ | 1.24 |
| (2) $f1/f$ | 0.71 |
| (3) $f3/f$ | 1.20 |
| (4) $R3/((N2-1) \cdot f)$ | -0.43 |
| (5) $\nu 1-\nu 2$ | 26.0 |

10

【0076】

図11は実施例4の撮像レンズの断面図である。図中L1は第1レンズ、L2は第2レンズ、L3は第3レンズ、Sは開口絞りを示す。図12は実施例1の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差）である。

第1レンズL1および第3レンズL3は、ポリオレフィン系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.01%以下である。また、第2レンズL2はポリカーボネイト系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.4%である。

20

【0077】

（第5実施例）

撮像レンズデータを表13、14、15に示す。

【0078】

【表13】

（実施例5）

$f=4.298\text{ mm}$ $fB=0.503\text{ mm}$ $F=4.15$ $2Y=5.0\text{ mm}$

| 面番号 | R (mm) | D (mm) | Nd | νd |
|-----|----------|--------|---------|---------|
| 絞り | ∞ | 0.00 | | |
| 1 | 6.859 | 1.20 | 1.58313 | 59.4 |
| 2 | -2.876 | 1.00 | | |
| 3 | -1.211 | 0.80 | 1.60700 | 27.0 |
| 4 | -3.191 | 0.10 | | |
| 5 | 1.309 | 1.12 | 1.52500 | 56.0 |
| 6 | 1.947 | 0.64 | | |
| 7 | ∞ | 0.30 | 1.51633 | 64.1 |
| 8 | ∞ | 0.20 | | |
| 9 | ∞ | 0.45 | 1.51633 | 64.1 |
| 10 | ∞ | | | |

30

40

【0079】

【表14】

50

非球面係数

第 1 面

$$\begin{aligned} K &= 0.375451 \\ A4 &= -3.20099 \times 10^{-2} \\ A6 &= -8.77267 \times 10^{-2} \\ A8 &= 4.38838 \times 10^{-1} \\ A10 &= -7.72154 \times 10^{-1} \end{aligned}$$

第 2 面

$$\begin{aligned} K &= -3.29483 \\ A4 &= -3.96590 \times 10^{-2} \\ A6 &= -3.49514 \times 10^{-2} \\ A8 &= 3.22673 \times 10^{-2} \\ A10 &= -1.38774 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

第 3 面

$$\begin{aligned} K &= -6.39263 \\ A4 &= -5.45430 \times 10^{-2} \\ A6 &= 6.71626 \times 10^{-2} \\ A8 &= -5.89742 \times 10^{-2} \\ A10 &= 3.16951 \times 10^{-2} \\ A12 &= -6.38272 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

第 4 面

$$\begin{aligned} K &= -0.564923 \\ A4 &= 2.91194 \times 10^{-2} \\ A6 &= 9.95040 \times 10^{-3} \\ A8 &= -3.16406 \times 10^{-3} \\ A10 &= 6.04822 \times 10^{-4} \\ A12 &= -1.51858 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

第 5 面

$$\begin{aligned} K &= -4.25824 \\ A4 &= -2.17915 \times 10^{-3} \\ A6 &= -1.18080 \times 10^{-3} \\ A8 &= 1.55145 \times 10^{-4} \\ A10 &= 5.72196 \times 10^{-5} \\ A12 &= -1.12386 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

第 6 面

$$\begin{aligned} K &= -4.21390 \\ A4 &= -2.39973 \times 10^{-2} \\ A6 &= 5.44891 \times 10^{-3} \\ A8 &= -1.51952 \times 10^{-3} \\ A10 &= 2.57636 \times 10^{-4} \\ A12 &= -1.81089 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

10

20

30

40

【 0 0 8 0 】

【 表 1 5 】

| | 実施例 5 |
|-------------------------|-------|
| (1) $L/2Y$ | 1.21 |
| (2) $f1/f$ | 0.85 |
| (3) $f3/f$ | 1.11 |
| (4) $R3/(N2-1) \cdot f$ | -0.46 |
| (5) $\nu 1 - \nu 2$ | 32.4 |
| (6) $P23/P$ | -0.20 |

10

【0081】

図13は第5実施例の撮像レンズ配置を示す説明図である。図中L1は第1レンズ、L2は第2レンズ、L3は第3レンズ、Sは開口絞りを示す。図14は実施例5の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差）である。

20

第1レンズL1はガラスレンズである。また、第2レンズL2はポリエステル系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.7%、第3レンズL3は、ポリオレフィン系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.01%以下である。

なお、本実施例は最も像側に、赤外線カットフィルタ及び固体撮像素子のシールガラス相当の平行平板を配置した設計例である。

【0082】

（第6実施例）

撮像レンズデータを表16，17，18に示す。

【0083】

【表16】

30

(実施例 6)

f=4.298 mm fB=0.504 mm F=4.15 2Y=5.0 mm

| 面番号 | R (mm) | D (mm) | N d | ν d |
|-----|----------|--------|---------|---------|
| 絞り | ∞ | 0.00 | | |
| 1 | 2.433 | 1.12 | 1.58313 | 59.4 |
| 2 | -14.773 | 0.74 | | |
| 3 | -1.224 | 0.80 | 1.60700 | 27.0 |
| 4 | -2.926 | 0.10 | | |
| 5 | 1.473 | 1.18 | 1.52500 | 56.0 |
| 6 | 2.263 | 0.47 | | |
| 7 | ∞ | 0.30 | 1.51633 | 64.1 |
| 8 | ∞ | 0.20 | | |
| 9 | ∞ | 0.45 | 1.51633 | 64.1 |
| 10 | ∞ | | | |

10

20

【 0 0 8 4 】

【 表 1 7 】

非球面係数

第1面

$$\begin{aligned}
 K &= 5.47631 \\
 A4 &= -5.88427 \times 10^{-2} \\
 A6 &= -1.01490 \times 10^{-1} \\
 A8 &= 3.29430 \times 10^{-1} \\
 A10 &= -6.56990 \times 10^{-1}
 \end{aligned}$$

第2面

$$\begin{aligned}
 K &= -49.9730 \\
 A4 &= -3.98723 \times 10^{-2} \\
 A6 &= -8.65969 \times 10^{-2} \\
 A8 &= 5.89891 \times 10^{-2} \\
 A10 &= -5.34386 \times 10^{-2}
 \end{aligned}$$

10

第3面

$$\begin{aligned}
 K &= -6.30911 \\
 A4 &= -1.57620 \times 10^{-1} \\
 A6 &= 3.95791 \times 10^{-2} \\
 A8 &= -9.27235 \times 10^{-2} \\
 A10 &= 1.10077 \times 10^{-2} \\
 A12 &= -7.06172 \times 10^{-3}
 \end{aligned}$$

20

第4面

$$\begin{aligned}
 K &= 1.87037 \\
 A4 &= 6.88364 \times 10^{-3} \\
 A6 &= 1.45143 \times 10^{-2} \\
 A8 &= -3.81261 \times 10^{-3} \\
 A10 &= 1.49218 \times 10^{-3} \\
 A12 &= 2.61317 \times 10^{-4}
 \end{aligned}$$

第5面

$$\begin{aligned}
 K &= -5.33572 \\
 A4 &= -1.05776 \times 10^{-2} \\
 A6 &= 3.53470 \times 10^{-4} \\
 A8 &= 2.38176 \times 10^{-4} \\
 A10 &= -2.25288 \times 10^{-6} \\
 A12 &= -7.62576 \times 10^{-6}
 \end{aligned}$$

30

第6面

$$\begin{aligned}
 K &= -4.81074 \\
 A4 &= -3.27214 \times 10^{-2} \\
 A6 &= 6.34048 \times 10^{-3} \\
 A8 &= -1.53677 \times 10^{-3} \\
 A10 &= 2.48125 \times 10^{-4} \\
 A12 &= -1.77393 \times 10^{-5}
 \end{aligned}$$

40

【0085】

【表18】

| | 実施例 6 |
|---------------------------|-------|
| (1) $L/2Y$ | 1.12 |
| (2) $f1/f$ | 0.85 |
| (3) $f3/f$ | 1.23 |
| (4) $R3/((N2-1) \cdot f)$ | -0.47 |
| (5) $\nu 1 - \nu 2$ | 32.4 |
| (6) $P23/P$ | -0.17 |

10

【0086】

図15は第6実施例の撮像レンズ配置を示す説明図である。図中L1は第1レンズ、L2は第2レンズ、L3は第3レンズ、Sは開口絞りを示す。図16は実施例6の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差）である。

20

第1レンズL1はガラスレンズである。また、第2レンズL2はポリエステル系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.7%、第3レンズL3は、ポリオレフィン系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.01%以下である。

なお、本実施例は最も像側に、赤外線カットフィルタ及び固体撮像素子のシールガラス相当の平行平板を配置した設計例である。

【0087】

（第7実施例）

撮像レンズデータを表19、20、21に示す。

【0088】

【表19】

30

(実施例7)

f=4.350 mm

fB=0.518 mm

F=4.15

2Y=5.0 mm

| 面番号 | R (mm) | D (mm) | N d | ν d |
|-----|----------|--------|---------|---------|
| 絞り | ∞ | 0.00 | | |
| 1 | 3.239 | 1.10 | 1.52500 | 56.0 |
| 2 | -1.997 | 0.58 | | |
| 3 | -0.876 | 0.70 | 1.60700 | 27.0 |
| 4 | -2.667 | 0.52 | | |
| 5 | 1.576 | 1.30 | 1.52500 | 56.0 |
| 6 | 2.566 | 0.40 | | |
| 7 | ∞ | 0.30 | 1.51633 | 64.1 |
| 8 | ∞ | 0.20 | | |
| 9 | ∞ | 0.45 | 1.51633 | 64.1 |
| 10 | ∞ | | | |

10

20

【0089】

【表20】

非球面係数

第1面

$$\begin{aligned}
 K &= -3.20933 \\
 A4 &= -3.82364 \times 10^{-2} \\
 A6 &= -2.63801 \times 10^{-2} \\
 A8 &= -6.10239 \times 10^{-2} \\
 A10 &= 1.83338 \times 10^{-2}
 \end{aligned}$$

第2面

$$\begin{aligned}
 K &= 1.90458 \\
 A4 &= -4.63123 \times 10^{-2} \\
 A6 &= -1.97770 \times 10^{-2} \\
 A8 &= 6.47328 \times 10^{-2} \\
 A10 &= -4.45104 \times 10^{-2}
 \end{aligned}$$

第3面

$$\begin{aligned}
 K &= -2.39028 \\
 A4 &= -2.30131 \times 10^{-1} \\
 A6 &= 2.17675 \times 10^{-1} \\
 A8 &= 1.70144 \times 10^{-1} \\
 A10 &= -3.53937 \times 10^{-1} \\
 A12 &= 1.51751 \times 10^{-1}
 \end{aligned}$$

第4面

$$\begin{aligned}
 K &= 1.70050 \\
 A4 &= -6.05383 \times 10^{-2} \\
 A6 &= 1.25158 \times 10^{-1} \\
 A8 &= -1.45910 \times 10^{-2} \\
 A10 &= -1.18824 \times 10^{-2} \\
 A12 &= 3.53296 \times 10^{-3}
 \end{aligned}$$

第5面

$$\begin{aligned}
 K &= -5.22303 \\
 A4 &= -3.24548 \times 10^{-2} \\
 A6 &= 4.83320 \times 10^{-3} \\
 A8 &= 2.02980 \times 10^{-4} \\
 A10 &= -2.19007 \times 10^{-4} \\
 A12 &= 1.07363 \times 10^{-5}
 \end{aligned}$$

第6面

$$\begin{aligned}
 K &= -1.26552 \\
 A4 &= -5.77008 \times 10^{-2} \\
 A6 &= 7.93873 \times 10^{-3} \\
 A8 &= -1.12663 \times 10^{-3} \\
 A10 &= 1.17517 \times 10^{-4} \\
 A12 &= -9.43985 \times 10^{-6}
 \end{aligned}$$

10

20

30

40

【0090】

【表21】

| | 実施例 7 |
|---------------------------|-------|
| (1) $L/2Y$ | 1.16 |
| (2) $f1/f$ | 0.58 |
| (3) $f3/f$ | 1.23 |
| (4) $R3/((N2-1) \cdot f)$ | -0.33 |
| (5) $\nu 1-\nu 2$ | 29.0 |

10

【0091】

図17は第7実施例の撮像レンズ配置を示す説明図である。図中L1は第1レンズ、L2は第2レンズ、L3は第3レンズ、Sは開口絞りを示す。図18は実施例7の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差）である。

第1レンズL1及び第3レンズL3は、ポリオレフィン系のプラスチックレンズで、飽和吸水率は0.01%以下である。また、第2レンズL2はポリエステル系のプラスチック

20

レンズで、飽和吸水率は0.7%である。
なお、本実施例は最も像側に、赤外線カットフィルタ及び固体撮像素子のシールガラス相当の平行平板を配置した設計例である。

【0092】

なお、本実施例は、像側光束のテレセントリック特性については必ずしも十分な設計にはなっていない。テレセントリック特性とは、各像点に対する光束の主光線が、撮像レンズ最終面を射出した後、光軸とほぼ平行になることをいい、換言すれば光学系の射出瞳位置が像面から十分離れることである。テレセントリック特性が悪くなると、光束が固体撮像素子に対し斜めより入射し、画面周辺部において実質的な開口効率が減少する現象（シェーディング）が生じ、周辺光量不足となってしまう。しかし、最近の技術では、固体撮像素子の色フィルタやマイクロレンズアレイの配列の見直し等によって、前述のシェーディング現象を軽減することができる。従って、本実施例は、テレセントリック特性の要求が緩和された分について、より小型化を目指した設計例となっている。

30

【0093】

【発明の効果】

請求項1記載の発明は、最も物体側に開口絞りを配置することで射出瞳位置を像面から遠ざけることが可能となるため、例えば、固体撮像素子用の撮像レンズとして本発明を使用した場合に、固体撮像素子に必要な像側テレセントリック特性を良好に確保することが可能となる。

また、本発明は、比較的屈折力の大きい正の両凸形状の第1レンズと、負の第2レンズとを物体側前方に配置していることから、撮像レンズ全長の小型化を図っている。

40

【0094】

そして、第1レンズを両凸形状とすることで、当該第1レンズとして屈折力が大きなものを使用した場合に発生する球面収差の低減を図っている。

さらに、負の第2レンズの凹面を第1レンズ側に向けることで、凸面を向けた第1レンズとの近接配置を可能とし、これにより、球面収差、コマ収差、色収差等の諸収差の補正を良好且つ簡易に行うことを可能としている。

また、第3レンズを物体側に凸面を向けたメニスカス形状としているので、特に、像側の画面周辺部でのテレセントリック特性を良好に確保することを可能としている。

【0095】

50

以上のことから、本発明により、球面収差、コマ収差、色収差等の諸収差を有効に低減でき、テレセントリック特性を良好に維持しつつも、光軸方向の小型化を実現した撮像レンズを提供することが可能となる。

【0096】

請求項2記載の発明は、第3レンズが正の屈折力を有する構成としたことから、いわゆるトリプレットタイプの撮像レンズ構成となり、歪曲収差等の軸外諸収差の補正や、テレセントリック特性の確保がより容易に行うことが可能となる。

【0097】

請求項3記載の発明は、正の第1レンズに非球面を用いことにより球面収差、コマ収差の補正を可能とし、負の第2レンズに非球面を用いることによりコマ収差、非点収差の補正が可能となる。 10

さらに、正の第3レンズは、最も像面に近接した位置に配置したことにより生じる軸上光線と周辺光線の通過高さの格差を利用して、画面周辺部の諸収差を軸上性能に影響を与えることなく非球面によって補正することが可能となる。特に、第2レンズの負の屈折力を強く設定した場合に発生する糸巻き型の歪曲収差の補正や像面湾曲の補正を効果的に行うことが可能となる。換言すれば、第2レンズの負の屈折力を強化することも可能となる。従って、本発明により、より良好な収差補正が可能となる。

【0098】

請求項4記載の発明は、撮像レンズ全長を規定し、小型化を達成するための条件式(1)により、その上限値を下回る設定とすることで、撮像レンズ全長を短くでき相乗的に撮像レンズ外径も小さくできる。従って、これにより、撮像装置全体の小型軽量化が可能となる。 20

さらに、正の第1レンズの屈折力を規定する条件式(2)に従い、その下限値を上回る設定とすることで、第1レンズの正の屈折力の増大を押さえ、第1レンズで発生する球面収差やコマ収差を小さく抑えることが可能となる。また極端に小さな曲率半径にはならないため、撮像レンズの加工性の観点からも好ましい。一方、式(2)の上限値を下回る設定とすることで、第1レンズの正の屈折力の過度の低下を抑制し、撮像レンズ全長の小型化に有利となる。

【0099】

また、正の第3レンズの屈折力を規定する条件式(3)に従い、その下限値を上回る設定とすることで、第3レンズの正の屈折力が過度に増大することを抑制するので、第1レンズとの正の屈折力配分が適切になり、撮像レンズ全長の小型化を図ることが可能となる。 30
一方、その上限値を下回る設定とすることで、第3レンズの正の屈折力の過度の低下を防ぎ、歪曲収差の補正を良好に行うことができ、また像側光束のテレセントリック特性を確保することが可能となる。

【0100】

請求項5記載の発明は、条件式(4)に従うことにより、第2レンズ物体面側の負の屈折力が過大とならず、軸外光束のコマフレアの発生を抑えることができ、良好な画質を得ることが可能となる。

また、第2レンズ物体面側の負の屈折力を適切に維持されるので、正のペッツバル和が減少し、像面湾曲の補正が容易になると共に、正の第1レンズで発生する球面収差やコマ収差を良好に補正することが可能となる。 40

【0101】

請求項6記載の発明は、正の第1レンズと負の第2レンズでの色収差補正の条件式(5)の下限値を上回る設定とすることにより、軸上色収差、倍率色収差をバランス良く補正することが可能となる。

【0102】

請求項7記載の発明では、第1レンズ、第2レンズ、第3レンズ全てを射出成形により製造されるプラスチックレンズで構成しているため、曲率半径や外径の小さなレンズであっても、研磨加工により製造されるガラスレンズよりも大量生産が可能となる。 50

また、プラスチックレンズは、非球面化が容易なため、収差補正最寄り容易且つ的確に行うことが可能となる。

さらに、プラスチックレンズを用いるもう一つのメリットとしては、撮像レンズ有効径外側のフランジ部の形状を自由に設計できるため、取り付け部品点数の低減化を図ることができ、これにより、取り付け誤差を効果的に低減し、フランジ部の内径部または外径部を利用して、各レンズの光軸を容易に一致させることができる構造をとる等、光学系の組み立て精度の向上を図ることが可能となる。さらに、組み立てが容易となり、生産性も向上する。

【0103】

請求項8記載の発明では、各レンズについて、飽和吸水率が0.7%以下のプラスチック材料を用いることにより、急激な湿度変化による屈折率の不均一化を抑制し、より良好な結像性能を維持しながら、プラスチックレンズの利点をも得ることが可能となる。

10

【0104】

請求項9記載の発明は、第1-第2レンズの間隔、或いは第2-第3レンズの間隔の、少なくとも一方の間隔に、周辺光束を規制する遮光マスクを配置しているので、上記各レンズのいずれかに外周部にフランジ部を設けた場合であっても、結像に必要な光束のみを通過させ、且つフランジ部への光の入射を最小限に抑えることができる。従って、フランジ部の存在によるゴーストやフレアの発生を抑えることが可能となる。このため、遮光マスクの配置に応じて、第1-3の各レンズの取り付けや位置決めを容易化するフランジ部を積極的にレンズ外周に設けることが可能となる。

20

【0105】

請求項10記載の発明は、第1レンズをガラス材料とすることにより、第1レンズの温度変化時の屈折率変化が無視でき、撮像レンズ全系での温度変化時の像点位置変動を小さく抑えることが可能となる。

さらに、第2、第3レンズをプラスチック材料とすることから、一体成形により撮像レンズ有効径外側のフランジ部の形状を自由に設計することも可能となる。仮に、各レンズのフランジ部を相互に嵌合自在とした場合には、複数枚のレンズの光軸を容易に一致させることができる構造をとることができる。さらに、フランジが各レンズ間隔を規定する構造とした場合には、スペーサーを不要とし、部品点数の軽減により生産性の向上を図ることが可能となる。

30

また、レンズをプラスチック材料を形成することからレンズに非球面を容易に形成することが可能となり、収差補正を容易に行うことが可能となる。

従って、プラスチック材料による影響を低減した上で、プラスチック材料がもたらす効果である小型軽量化と低コスト化を実現することが可能となる。

また、第1レンズをガラスレンズとすることで、傷つきやすいプラスチックレンズを露出させる必要がなく保守性の向上を図ることが可能である。

【0106】

請求項11記載の発明は、条件式(6)を満たすように設定することにより、プラスチックレンズの合成焦点距離を大きく設定して屈折力の総和を小さく抑え、温度変化時の像点位置変動を小さく抑えることが可能となる。

40

【0107】

請求項12記載の発明では、第2、第3レンズについて、飽和吸水率が0.7%以下のプラスチック材料を用いることにより、急激な湿度変化による屈折率の不均一化を抑制し、より良好な結像性能を維持しながら、プラスチックレンズの利点をも得ることが可能となる。

【0108】

請求項13記載の発明は、第1-第2レンズの間隔、或いは第2-第3レンズの間隔の、少なくとも一方の間隔に、周辺光束を規制する遮光マスクを配置しているので、上記第2、第3レンズのいずれかに外周部にフランジ部を設けた場合であっても、当該フランジ部の存在によるゴーストやフレアの発生を抑えることが可能となる。このため、遮光マスク

50

の配置に応じて、第2、第3レンズの取り付けや位置決めを容易化するフランジ部を積極的にレンズ外周に設けることが可能となる。

【0109】

請求項14記載の発明によれば、上述した各効果を実現可能な撮像レンズを搭載することにより、小型化、軽量化、高画質化等の利点を備える撮像装置を提供することが可能である。

【0110】

請求項15記載の発明によれば、上述した各効果を実現可能な撮像レンズを搭載することにより、小型化、軽量化、高画質化等の利点を備える撮像ユニットを提供することが可能である。

10

【0111】

請求項16記載の発明によれば、上述した各効果を実現可能な撮像ユニットを搭載することにより、小型化、軽量化を図りつつ、高画質な撮像が可能な携帯端末を提供することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】発明の実施形態たる撮像ユニットの斜視図である。

【図2】本発明の実施形態たる撮像レンズユニットの各レンズの光軸を含む断面における断面図を示している。

【図3】図3(A)は撮像ユニットを適用した携帯電話機の正面図、図3(B)は撮像ユニットを適用した携帯電話機の背面図を示す。

20

【図4】図3の携帯電話機の制御ブロック図である。

【図5】実施例1のレンズ配置を示す説明図である。

【図6】実施例1の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差）である。

【図7】実施例2の撮像レンズ配置を示す説明図である。

【図8】実施例2の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差）である。

【図9】実施例3の撮像レンズ配置を示す説明図である。

【図10】実施例3の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差）である。

30

【図11】実施例4の撮像レンズ配置を示す説明図である。

【図12】実施例4の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差）である。

【図13】実施例5の撮像レンズ配置を示す説明図である。

【図14】実施例5の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差）である。

【図15】実施例6の撮像レンズ配置を示す説明図である。

【図16】実施例6の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差）である。

【図17】実施例7の撮像レンズ配置を示す説明図である。

40

【図18】実施例7の収差図（球面収差、非点収差、歪曲収差、メリディオナルコマ収差）である。

【符号の説明】

10 撮像光学系（撮像レンズ）

50 撮像ユニット

100 携帯電話機（携帯端末）

L1 第1レンズ

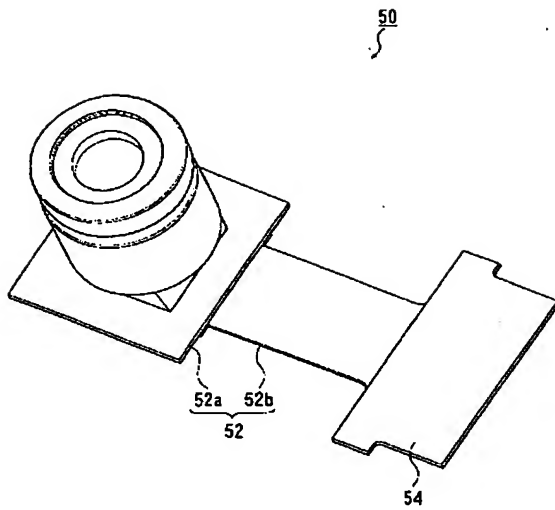
L2 第2レンズ

L3 第3レンズ

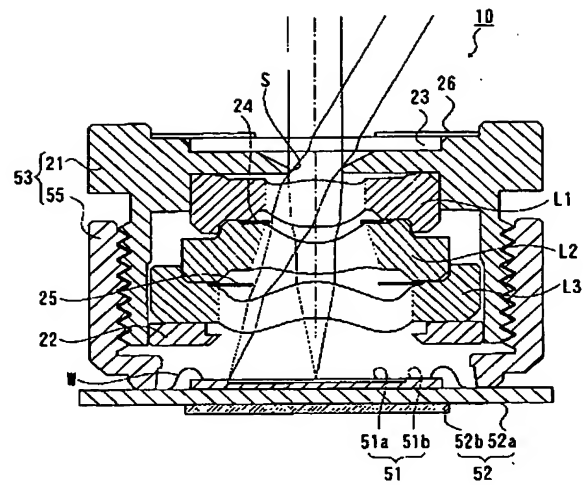
S 開口絞り

50

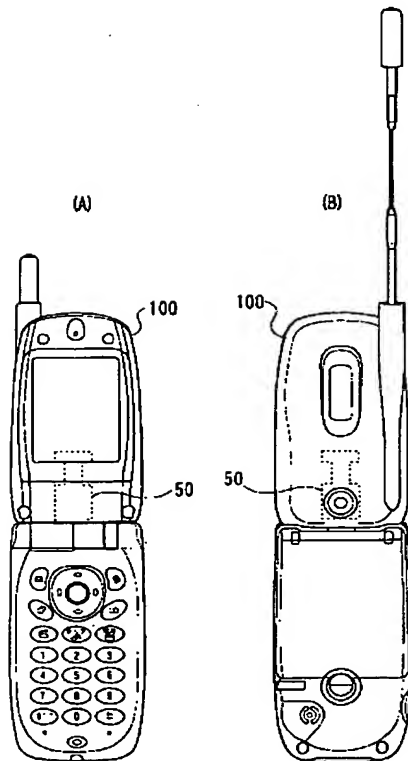
【図 1】



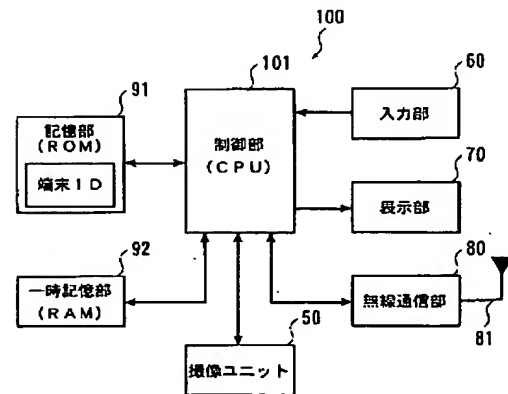
【図 2】



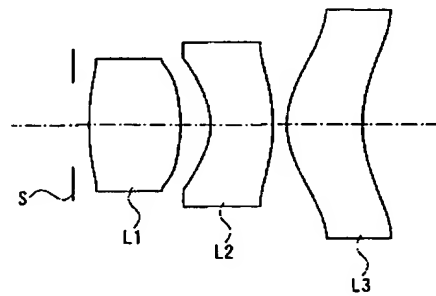
【図 3】



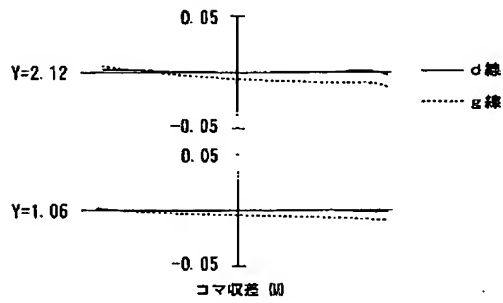
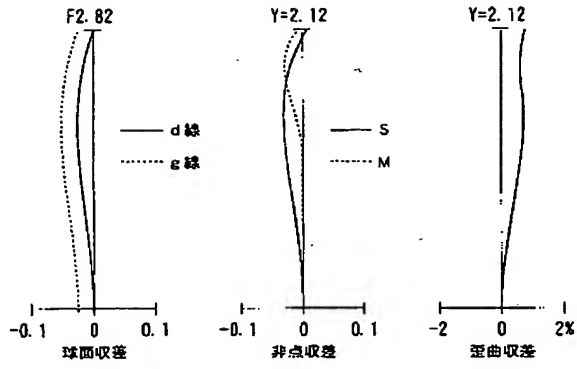
【図 4】



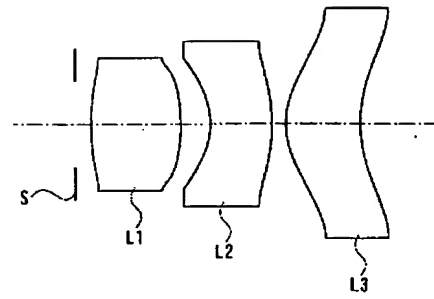
【図 5】



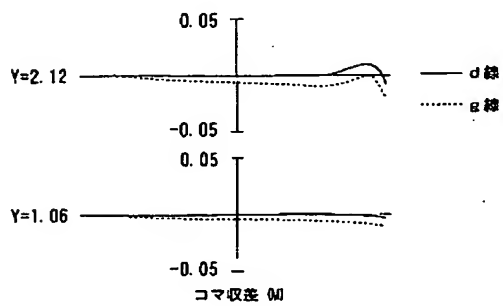
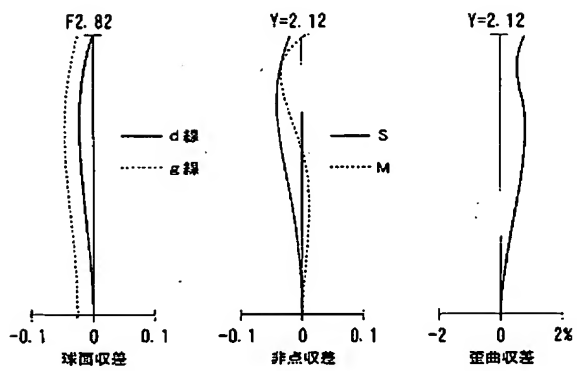
【図 6】



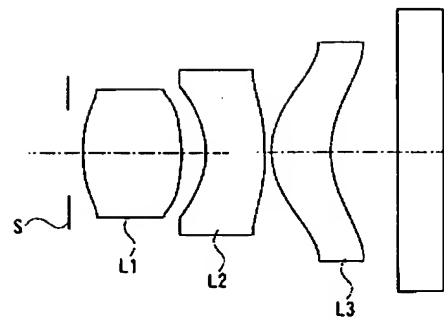
【図 7】



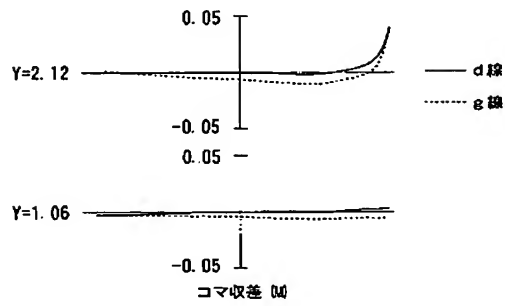
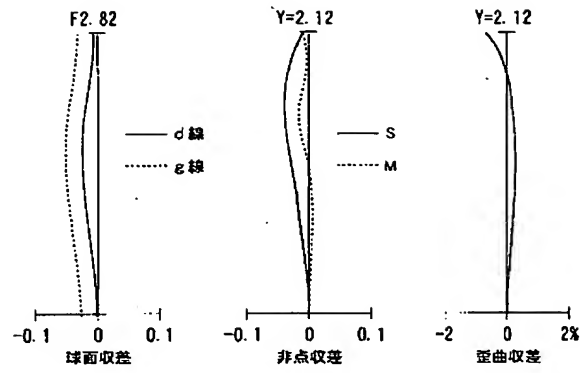
【図 8】



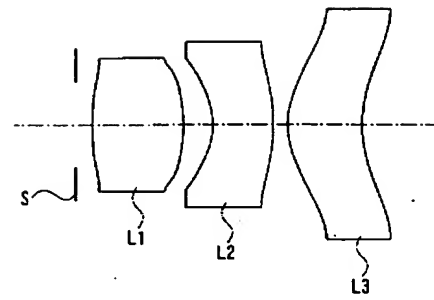
【図 9】



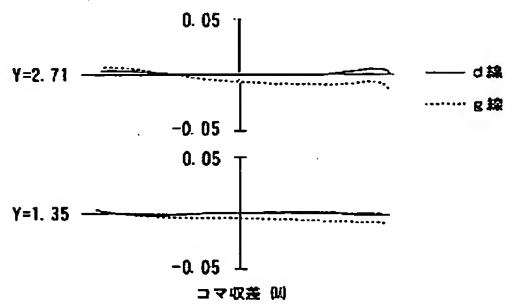
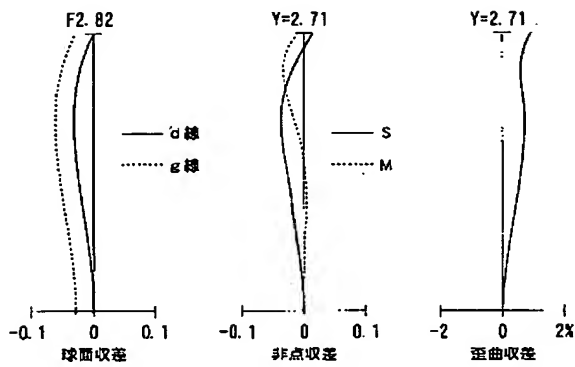
【図 10】



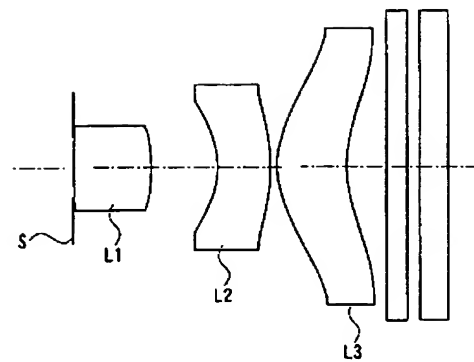
【図 11】



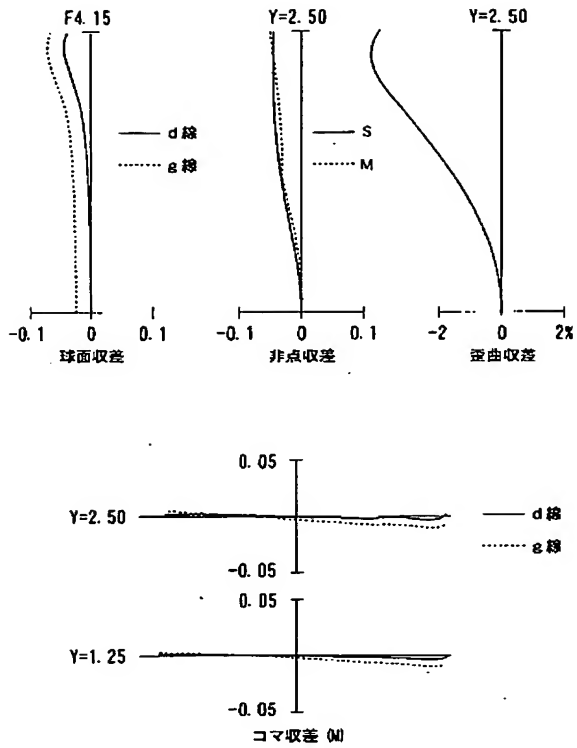
【図 12】



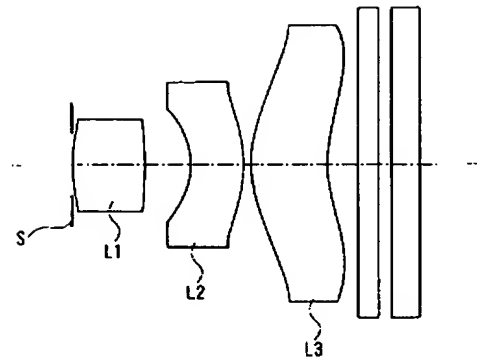
【図 13】



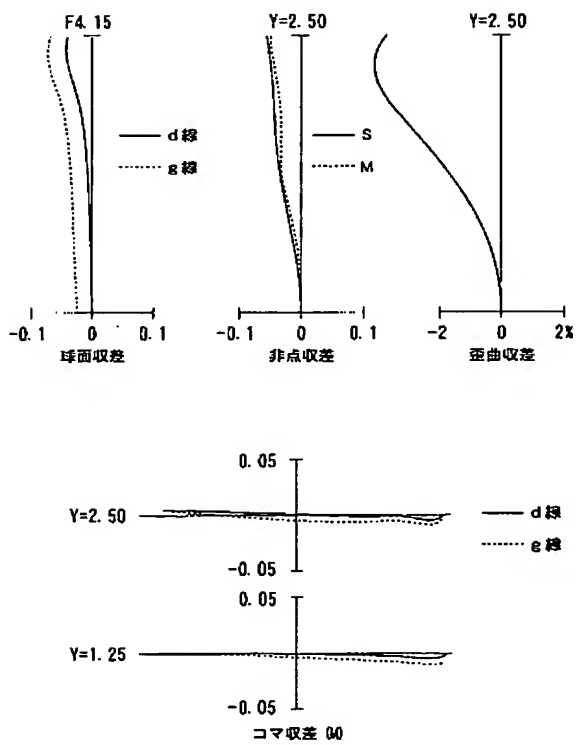
【図 14】



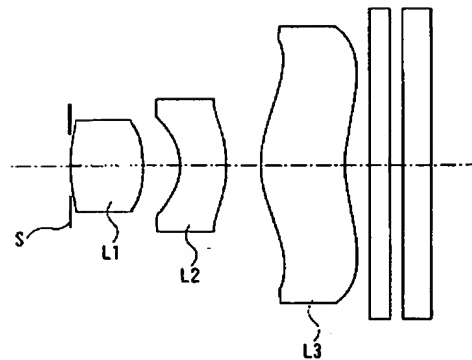
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【図 18】

